
KF
24213
NEDL TRANSFER
HN 4NQJ Q


SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE
Bought with the
Gift of
the Chemical Soc. of
the Scientific School.
8 Jan. 1876.

DIE

MIKROSKOPISCHE BESCHAFFENHEIT

DER

MINERALIEN UND GESTEINE.

DIE

MIKROSKOPISCHE BESCHAFFENHEIT

DER

MINERALIEN UND GESTEINE.

VON

DR. FERDINAND ZIRKEL,

O. PROFESSOR DER MINERALOGIE UND GEOGNOSIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG.

MIT 205 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1873.

Vorrede.

In dem vorliegenden Werke wurde zum ersten Mal der Versuch gemacht, Alles das, was überhaupt über die mikroskopische Structur und Zusammensetzung der Mineralien und Gesteine bekannt geworden ist und sich in sehr zahlreichen Abhandlungen und Einzelwerken zerstreut findet, zu sammeln und systematisch zu verarbeiten. Es schien dabei gerathen, das Material, welches einen unvermuthet weiten Umfang besass, in eine lehrbuchsmässige Form zu bringen, da es sich hier um einen Zweig unserer Wissenschaften handelt, welcher in der That mit der makroskopischen Mineralogie und Petrographie als gleichberechtigt gelten darf. Zwischen den bisherigen Ergebnissen finden sich auch mancherlei noch nicht veröffentlichte Resultate eigener Studien eingeflochten: sie beziehen sich zumal auf solche Punkte, welche früher noch gar nicht in Angriff genommen waren und deren völlige Uebergehung der ganzen Darstellung einen höchst lückenhaften Charakter aufgedrückt hätte.

Der Structur sowohl der Mineralien als der Gesteine ist ein allgemein zusammenfassender Abschnitt gewidmet, der gewissermaassen das Destillat der bisherigen Untersuchungen enthält und aus ihnen allgemeinere Gesichtspunkte zu entwickeln strebt. Bei der speciellen Behandlung der einzelnen Mineralien wurde ein Hauptgewicht auf die mikroskopische Kennzeichenlehre und Diagnostik der häufigern und namentlich der gesteinsbildenden gelegt, um auch dem beginnenden Forscher eine Anleitung zur Erkennung an die Hand zu geben. Für diesen ist zudem das Verfahren zur Präparation der Objecte und die ganze Untersuchungsmethode zur Sprache gebracht. Ausser der Anatomie fand gleichfalls die pathologische Histologie, die moleculare Umwandlung der Mineralkörper und Gesteine die verdiente Berücksichtigung. Hin und wieder durfte eine kritische Beleuchtung früherer Angaben nicht vermieden werden, welche mehr als anderswo da gerechtfertigt erscheint, wo noch erst vielfach die Grundbegriffe des modernen Zweiges einer alten Wissenschaft festgestellt werden müssen.



Mancher könnte vielleicht meinen, die Zeit zur Abfassung eines solchen Werkes sei noch nicht gekommen, Läuterung und Erweiterung unserer Erfahrungen bleibe vorerst abzuwarten. Aber schon jetzt haben sich, Dank der vielen fleissigen Arbeiter auf diesem Bereich, die Resultate so gehäuft, dass selbst dem eingeweihten Forscher die Uebersicht über das nirgendwo systematisch verarbeitete Material schwer zu fallen beginnt und der Lernende in Verlegenheit ist, wo und wie der Anfang gemacht werden soll. Allerorts springen indessen bei dieser Zusammenstellung die zahlreichen und bedeutenden Lücken unserer Kenntnisse in die Augen und auch dieser stumme Hinweis auf Dasjenige, was der Erforschung werth und bedürftig ist. mag die Ausarbeitung vielleicht rechtfertigen.

Nur ungern gibt man eine Arbeit über ein Gebiet aus Händen, worauf tausend Fragen vorläufig unerledigt sind, von denen man noch immer weitere zu lösen trachten möchte; wollte man aber blos dem eigenen Behagen folgen, so würde ein solches Unternehmen eben nie fertig werden. Als erstem Versuch auf neuem Felde ist dem Werk vielleicht mehr als einem andern nachsichtige und wohlwollende Aufnahme bei den Kundigen beschieden.

Leipzig, Mitte Juli 1873.

F. Zirkel.



Inhaltsverzeichniss.

Erster Abschnitt.

Zweiter Abschnitt.

Dritter Abschnitt.



Vierter Abschnitt.

Fünfter Abschnitt.

Erster Abschnitt.

Einleitung.

Bis vor nicht allzulanger Zeit durfte die Geologie und Mineralogie fast nur die denkwürdigen Resultate über die Gegenwart mikroskopischer Organismen in der Kreide, dem Polirschiefer, der Vulkanasche u. s. w., sowie die Studien über die vegetabilische Structur der Steinkohlen als durch das Mikroskop gewonnene Ergebnisse in ihren Annalen verzeichnen. Jetzt ist für diese Wissenschaften nach langem Zwischenraum endlich die Zeit angebrochen, dass jenes unscheinbare Geräth, welches dem Histologen, Anatomen und Physiologen, dem Botaniker und Zoologen längst als unentbehrlich gilt, auch in ihrem Dienste allgemeiner thätig ist. Und zwar ist es ein anderes Feld, auf welchem dasselbe nun als Rüstzeug benutzt wird. Die kaum geahnte merkwürdige Mikrostructur der Mineralien und Gesteine, sei es im ursprünglichen, sei es im umgewandelten Zustande, die unerwartet reichliche Verbreitung bisher für sehr selten gehaltener Mineralien in mikroskopischer Winzigkeit, die Zusammensetzung der scheinbar homogenen Steinmassen aus oft zahlreichen fremdartigen Gemengtheilen, die Verwerthung und Deutung endlich dieser Ergebnisse für die Lösung der wichtigsten genetischen Fragen, das sind vornehmlich die Punkte, um welche es sich hier handelt, und bei denen das vergleichende Studium künstlicher Steinproducte mit dem der natürlichen Hand in Hand geht.

Kaum ein halbes Menschenalter zurück liegt die Zeit, in welcher die Mineralogie diesem nun allseitig erschlossenen Gebiete gegenüber noch auf ähnlichem Standpunkt sich befand wie die Physiologie, da von der Zusammensetzung des Blutes kaum weiteres bekannt war, als dass es eine rothe Flüssigkeit sei. Nachdem Jahre hindurch nur ein spärliches Häuflein von Forschern, verhältnissmässig wenig von den Uebrigen beachtet, mit der mikroskopischen Untersuchung von Gesteinen und Mineralien beschäftigt war, hat dieselbe allmählig in ihrer vollen Bedeutung für Petrographie, Mineralogie und Genetik die verdiente Würdigung gefunden, und ist es erfreulich zu gewahren, wie

die Theilnahme an derlei Arbeiten trotz der Neuheit des Gegenstandes und der manchfachen Schwierigkeiten immerfort wächst.

Wie jeder Naturforscher bei seinen Arbeiten strengste Selbstkritik und Wahrheitsliebe sich zur Pflicht machen muss, so vor allem der Mikroskopiker, welcher Untersuchungsobjecte erkennen und deuten soll, die sich durch Fremdartigkeit oder Neuheit der Gestalt und Beschaffenheit, durch ungewohnte Kleinheit der Dimensionen auszeichnen, und welchem seine junge Wissenschaft ein unabsehbares Beobachtungsfeld eröffnet, auf dem reichliche Ernte leicht zu sein scheint. Auf das schärfste muss bei allen Bezeichnungen und Erklärungen zwischen dem ungewissen Gebiet des Möglichen, zwischen dem Wahrscheinlichen und dem unzweifelhaft Wahren und Richtigen geschieden werden. Wenn irgend, so gilt es hier auf der Hut zu sein vor unberechtigter Verallgemeinerung vereinzelter Thatsachen und vor übereilten Schlüssen, die sich auf vermeintliche oder selbst richtige Analogieen stützen; gänzliche Vorurtheilslosigkeit und kaltblütige Gemüthsruhe sind, so schwer sie auch zu erreichen, Haupterforderniss. Selbst ohne die unwürdige Absicht zu täuschen und ohne einer leichtfertigen Flüchtigkeit sich schuldig zu machen, ist man allzu gern geneigt, mikroskopischen Erscheinungen oder Vorgängen eine Deutung zu geben, wie es gerade für eine beliebte, eigene oder fremde Theorie passt, und die Dinge so zu sehen, wie man es wünscht.

Zu dem Umstande, dass wir die mikroskopischenObjecte nicht, wie wir es sonst gewohnt sind, mit Händen greifen und fühlen können, tritt noch, um die Deutung derselben schwieriger und ungewisser zu machen und der Phantasie Thür und Thor zu öffnen, hinzu, dass wir durch das Mikroskop keine Körper, sondern nur Ebenen sehen. Ein im Gesichtsfeld des Mikroskops erscheinender kleiner kreisförmiger Ring kann gebildet werden durch: 1) einen kugelförmigen Hohlraum; 2) einen cylindrischen senkrecht stehenden Hohlraum; 3) ein solides rundliches Körnchen; 4) das kugelförmige Ende eines cylindrischen senkrecht stehenden Krystalls; 5, 6, 7, 8 Durchschnitte durch die vier vorhergehenden Objecte. Zu entscheiden, was im einzelnen Falle vorliegt, ist nicht so leicht als man glaubt, manchmal gar nicht mit absoluter Gewissheit auszuführen. Immer halte man daran fest, dass der Wissenschaft mehr Gewinn daraus erwächst, wenn die Deutung einer Erscheinung vorläufig im Unsichern gelassen oder nur für wahrscheinlich hingestellt, als wenn eine blos halb begründete Meinung übereilt oder weil weitere Erprobung nicht möglich ist, als wahre Thatsache ausgegeben wird.

Bei den Mineralkörpern will das Mikroskop zunächst und in erster Linie die anatomischen Structurverhältnisse sowohl des frischen und unveränderten als des metamorphosirten Zustandes feststellen. Den Gesteinen gegenüber erwächst ihm eine zwiefache Aufgabe. Eine grosse Reihe von Felsarten ist bekanntlich scheinbar dicht ausgebildet, die sie zusammensetzenden mineralischen Gemengtheile sind so fein und winzig, dass das ganze

Gestein wie eine gleichartige homogene Masse aussieht. Um einigermaassen die Mineralelemente, welche dasselbe constituiren, zu ermitteln, veranstaltete man einerseits eine chemische Analyse der ganzen Felsart und hielt sich andererseits an die hier und da in der Masse dennoch erkennbaren grössern Krystalle, indem man von dem Satz ausging, dass letztere auch in kleinster Ausbildungsweise allemal an der Zusammensetzung des Gesteins theilnehmen. Endgültige Entscheidung können aber solche Untersuchungen nicht herbeiführen, da ihnen jedwede Controle der Richtigkeit abgeht, und blosse Vermuthungen sind es, welche auf Grund derselben in den Lehrbüchern leider oft als constatirte Wahrheiten angegeben werden. Das Mikroskop ist das einzige Rettungsmittel aus diesen manchfachen oft und tief genug empfundenen Schwierigkeiten. Schleift man Scherben der betreffenden Gesteine zu so dünnen Plättchen, dass sie stark durchscheinend oder durchsichtig werden, so kann man vermittelst jenes Instrumentes die in mikroskopischer Kleinheit vorhandenen Gemengtheile bei durchfallendem Licht einzeln leibhaftig als solche erkennen, wenn zuvor deren mikroskopische Unterscheidungsmerkmale sorgfältig festgestellt sind. Neben diesen Untersuchungen über die Natur der Gemengtheile verfolgt dann aber das Mikroskop auch noch den kaum minder wichtigen Zweck, über die eigentlichen Structurverhältnisse der Felsarten, über die gegenseitige Lagerung und Verbindungsweise der Mineralelemente diejenige nothwendige Aufklärung zu verschaffen, welche durch makroskopische Beobachtung niemals erzielt werden kann.

Mikroskop. Erfordernisse und Gebrauch desselben.

Die Theorie und specielle Beschreibung des Mikroskops kann an dieser Stelle nicht Gegenstand einer auch noch so kurz gefassten Darstellung sein. Demjenigen, der sich darüber näher zu unterrichten beabsichtigt, seien die Werke:

Nägeli und Schwendener, das Mikroskop. Theorie und Anwendung dess. Leipzig 1867.

Harting, das Mikroskop; herausgeg. v. Theile. 2. Auflage. 3 Bde. Braunschweig 1866.

Dippel, das Mikroskop und seine Anwendung. 2 Bde. Braunschweig 1872.

empfohlen. Hier können nur einige allgemeinere Bemerkungen über das Instrument und seine Benutzung Platz finden.

Das Mikroskop soll sich auszeichnen durch die scharfe Begrenzung der Bildumrisse, durch möglichste Vermeidung der chromatischen Aberration sowie einer Krümmung und Wölbung des Gesichtsfeldes, durch sein Auflösungsvermögen, d. i. die Fähigkeit, feine, nahe bei einander gelegene Körperchen unterscheidbar zur Wahrnehmung zu bringen, durch Lichtstärke und Helligkeit, durch Ausdehnung des Gesichtsfeldes, durch möglichst grosse Focaldistanz selbst bei den starken Objectiven, nicht minder auch durch die Solidität der Messingarbeit und genaue Centrirung der einzelnen Theile.

Obschon dem Verfasser dieses Buches vielfache Gelegenheit zu Vergleichungen mit Instrumenten aus andern Werkstätten geboten war, hat er sich bei seinen Untersuchungen stets nur der von Hartnack (Oberhäuser's Nachfolger, vormals in Paris, seit 1871 in Potsdam) gefertigten Mikroskope bedient, welche den eben angeführten Erfordernissen, wie es scheinen will, am meisten gerecht werden. Zur Ausführung von mineralogisch- und petrographisch-mikroskopischen Beobachtungen ist dabei die übliche Zusammenstellung der Oculare Nr. 2, 3, 4 und der Objective Nr. 4, 7, 9 (Trockenlinse) die zweckmässigste. Der Preis des so ausgestatteten Mikroskops beträgt ohne Polarisationsapparat 90 Thlr., mit demselben 108 Thlr. Im folgenden sind die durch die verschiedenen Combinationen hervorgebrachten Vergrösserungen angegeben, wie sie von den meisten Hartnack'schen Instrumenten der neuern Zeit mit unerheblichen Differenzen erzielt werden:

Objectiv.	Oculare			Ein Theilstrich des Ocularmikrometers in Nr. 2 entspricht bei den einzelnen Objectiven:
	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	
Nr. 4	70—80	90—100	140—150	0.01 Mm.
Nr. 7	240	320—340	450—500	0.003 Mm.
Nr. 9	420—440	540—550	840—850	0.0018 Mm.

Unter den Instrumenten anderer Optiker dürften diejenigen von E. Gundlach in Charlottenburg noch für die vorstehenden Untersuchungen zu nennen sein. Als zweckmässigste Wahl erscheint hier (nach dem Preiscourant vom 1. Okt. 1871) das mittlere feste Mikroskop Nr. 5 mit Objectiv II, V, VIIa und Ocular I und III; Preis mit Mikrometer 69 Thlr. (ohne VIIa 48 Thlr.). Doch lohnt sich die grössere Ausgabe für ein Hartnacksches Instrument reichlich.

Ueber Hartnacks Combination von Ocular 4 mit Objectiv 9 wird man in den seltensten Fällen hinauszugehen brauchen; vielleicht mag man hin und wieder den Versuch anstellen, mit dem Immersionsobjectiv Nr 10. noch etwas zu erreichen. Uebrigens hängt das optische Vermögen des Mikroskops hauptsächlich von der Brennweite der Objective, viel weniger von der Stärke der Oculare ab. Es gibt eine Grenze, über welche hinaus eine Vergrösserung sich nicht mehr verlohnt; man kann im Allgemeinen annehmen, dass das, was bei diesen anorganischen Gebilden durch $\times$800—900 nicht aufgelöst oder nicht vollkommen erkannt werden konnte, durch eine noch weiter getriebene Vergrösserung nicht an Deutlichkeit gewinnen wird. Die schwachen Combinationen von etwa $\times$100—200 werden zweckmässig benutzt um sich anfänglich auf dem grösseren Gesichtsfelde zu orientiren und eine allgemeine Anschauung der zusammensetzenden Theile und ihrer Verbindungsweise zu gewinnen; für die eingehendere Detail-Untersuchung zumal der Structurverhältnisse ist indessen eine weit stärkere Vergrösserung unumgänglich nothwendig. Das Ganze muss jedoch auch möglichst als solches betrachtet und nicht bloss aus den successiv wahrgenommenen Einzelnheiten in der Phantasie zusammengesetzt werden.

Die starken Combinationen ergeben ausser der gesteigerten Vergrösserung auch noch den Vortheil, dass, weil dieselben nur eine Schicht des Objects zu übersehen erlauben, mit ihnen das letztere durch eine auf- und niedersteigende Bewegung förmlich lagenweise untersucht werden kann.

In letzterer Zeit werden viele Mikroskope mit einer senkbaren Axe versehen, eine Vorrichtung, die sich, da hier die Untersuchung der Objecte unter Wasser oder unter dem Einfluss anderer Flüssigkeiten und Reagentien fast ganz fortfällt, zumal bei lang anhaltenden Arbeiten um der durch sie gestatteten Abwechslung willen als ganz zweckmässig, wenn auch keineswegs als nothwendig erweist. Von grossem Vortheil ist auch die horizontale Drehbarkeit des Objecttisches um seine Axe (Platine à tourbillon), die sich aber nur bei den grössern Instrumenten Hartnacks findet [1]. Dabei kann mit Ausnahme des Spiegels das ganze Mikroskop umgedreht werden; Hauptzweck ist dabei die Veränderung der Beleuchtung, indem die Strahlen das Object während der Umdrehung in verschiedener Weise treffen. Wo es sich um die Untersuchung im polarisirten Licht handelt, da wird durch diese, allerdings nicht unerheblich vertheuernde Einrichtung viele Mühe gespart. Dass das Object auf dem Tischchen durch einen der immerhin complicirten Schrauben- oder Hebelapparate, womit namentlich die englischen Mikroskope förmlich überladen sind, in eine geradlinige Bewegung versetzt werden könne, scheint im ganzen sehr wenig erforderlich: die geübten Finger sind für diese Richtung die besten directen Motoren.

Ausser dem Spiegel dürfte sich ein besonderer Beleuchtungsapparat kaum als nothwendig erweisen, da fast alle Untersuchungen im durchfallenden Licht vorgenommen werden. Bei Beobachtungen mittelst schwacher Objective bedient man sich am zweckmässigsten des ebenen Spiegels, welcher das Gesichtsfeld nicht so übermässig stark beleuchtet und ein schärferes Bild liefert als der Hohlspiegel; letzterer kommt dagegen beim Gebrauch stärkerer Objectivsysteme mit Vortheil zur Anwendung. Die centrale (normale) Beleuchtung scheint für weitaus die meisten Fälle die passendste; von der excentrischen schiefen Beleuchtung, welche dadurch erzeugt wird, dass man dem Spiegel verschiedene Stellungen ausserhalb der Axe des Instruments ertheilt, also das Licht unter ganz wechselnden Neigungswinkeln auf das Object fallen lässt, möchte hier nur selten ein sonderlicher Vorschub für die Untersuchung zu erwarten sein. Gleichwohl versäume man nicht, das Object bei verschiedenartigen Beleuchtungen zu betrachten, von welchen die stärkste sich keineswegs als die beste herausstellen wird. Directes Sonnenlicht in den Spiegel fallen zu lassen, ist durchaus zu verwerfen; den grössten Vorzug verdienen weisse Wolken, welche diffus gemachtes Sonnenlicht aussenden, weniger vortheilhaft

---

[1]) Unter den von Fr. Belthle (Kellner's Nachfolger) in Wetzlar gefertigten Mikroskopen besitzen selbst d Stativ einen drehbaren Tisch.

und angenehm erweist sich hier der unbewölkte blaue Himmel, dessen Licht zudem für die stärksten Objective nicht intensiv genug ist; eine von der Sonne beschienene weisse Wand leistet vortreffliche Dienste.

Auch bei künstlichem Licht lassen sich mikroskopische Untersuchungen ganz füglich ausführen; wird dasselbe so geregelt, dass die Beleuchtung des Gesichtsfeldes das nothwendige Maass nicht überschreitet, so verspüren selbst nach mehrstündigem Arbeiten die Augen keine Ermüdung. Da bei den mineralischen Objecten characteristische Farben ins Spiel kommen, so entspricht eine Petroleumlampe mit möglichst weissem Licht dem Zweck am besten. Nur darf, wie beim Sonnenlicht, kein direct ausstrahlendes, sondern es muss vorher diffundirtes Lampenlicht in den Spiegel treten, ein Erforderniss, welchem eine um die Flamme angebrachte kugelförmige Milchglocke vollkommen Genüge leistet. In der Beständigkeit und Gleichförmigkeit thut es das vielfach in der Intensität wechselnde Tageslicht selbstredend dem künstlichen Licht niemals gleich. Bei Lampenbeleuchtung ist indessen der Gegensatz zwischen der Helligkeit des Gesichtsfeldes und der Dunkelheit des Arbeitszimmers manchen Augen wenig angenehm.

Die Benutzung von verschieden weiten Blendungsvorrichtungen (welche bei den Hartnack'schen Instrumenten Cylinderform besitzen und in einen Hohlcylinder versenkt werden, der an dem unter dem Objecttisch verschiebbaren Schlitten befestigt ist) hängt zu sehr von der Natur der zu untersuchenden Objecte und auch von dem subjectiven Behagen des Beobachters ab, um darüber hier etwas Besonderes anführen zu können.

Präparation der Objecte.

Nur in ganz verschwindend wenigen Fällen kann das Mikroskop zum Studium von mineralischen Objecten im auffallenden Licht benutzt werden; seine Dienste leistet es wesentlich da, wo die Untersuchung bei durchfallendem Licht ausgeführt wird. Um die letztere zu ermöglichen, ist wegen des verhältnissmässig geringen Grades von Pellucidität bei den meisten Mineralsubstanzen eine vorherige Präparation derselben erforderlich, welche entweder durch Absprengen von Splittern, durch Pulvern oder durch Dünnschleifen vorgenommen wird.

1) Von sehr vielen Mineralien lassen sich Splitter oder Spaltungslamellen absprengen, welche zumal an den Rändern dünn genug sind, um sie direct unter dem Mikroskop bei durchfallendem Lichte zu untersuchen. Zur Erhöhung der Pellucidität thut man wohl, dieselben auf dem Objectträger in Canadabalsam einzubetten und ein Deckgläschen darüber anzubringen (vgl. darüber die unten für die Anfertigung von Dünnschliffen erläuterten Manipulationen). Namentlich eignen sich hierzu Gesteine und Mineralien mit splitterigem oder flachmuscheligem Bruch sowie Krystalle mit einer vorherrschenden Spaltungsrichtung, welche die Gewinnung grösserer Lamellen gestattet.

2) Mitunter kann auch das gröbliche Pulver oder der feine Sand, welchen man bei der nicht allzuweit getriebenen Zerkleinerung der Mineralsubstanzen erlangt, Gegenstand der mikroskopischen Untersuchung im durchfallenden Licht sein.[1]) Hier empfiehlt es sich gleichfalls, das Pulver in Canadabalsam einzurühren und mit einem Deckgläschen zu versehen. In diesem Falle muss man das Schaumigwerden und Blasenwerfen des Balsams möglichst zu vermeiden trachten.

3) Die Untersuchung von Splittern, Lamellen und Pulvern steht aber, was sowohl die Anwendung und Verbreitung dieser Methode als die dadurch erzielten Resultate anbelangt, bei weitem hinter derjenigen der eigentlichen Dünnschliffe zurück. Wie es scheint, wurde das Dünnschleifen am frühesten bei dem Studium fossiler Hölzer angewandt: Nicol und Witham machten zuerst den Versuch, davon dünne Plättchen für durchfallendes Licht anzufertigen. In H. Witham's Observations on fossil vegetables, accompanied by representations of their internal structure as seen through the microscope (Edinb. u. Lond. 1831; 48 S. 6 Taf.; vgl. auch Neues Jahrb. f. Miner. 1833. 456) ist sein Verfahren folgendermaassen beschrieben: Er schlägt ein Stück (versteinerten Holzes) mit dem Hammer ab, befestigt es mit gewöhnlichem

---

1) Dies ist die im Allgemeinen wenig vollkommene Methode, welcher sich bereits um den Anfang dieses Jahrhunderts Cordier bediente (Journal des mines. XV. Nr. 227. S. 259 und Ann. d. Chim. et Phys. III. 1816. S. 285). Vor ihm hatten schon drei Forscher ihre Ausführbarkeit betont oder selbst diesen Untersuchungsweg einzuschlagen versucht: im Jahre 1774 ein Unbekannter D. F. über Gesteine von Sassenage im Dauphiné (Rozier's Obs. s. la phys. IV. 255), sodann sein Lehrer Dolomieu (de la Metherie, Journ. de phys. 1794. Bd. 44. S. 198) und Fleuriau de Bellevue über die Lava vom Capo di Bove bei Rom (ebendas. 1800. Bd. 51. S. 495).

Cordiers Methode, auf die Ermittelung der Zusammensetzung gemengter, scheinbar einfacher Gesteine angewandt, bestand, wie Brongniart im Journal des mines Bd. 38. 1815. 383 anführt, in folgendem:

1) à réduire en poudre, plutôt par pression que par trituration les roches solides d'apparence homogène, de manière à avoir des parties dont la ténuité varie entre $\frac{1}{20}$ et $\frac{1}{100}$ de millimètre.

2) à séparer par un lavage convenable les parties de ces poudres qui diffèrent par leur densité.

3) à examiner les parties isolées au microscope pour en distinguer la forme et pour en reconnaître l'aspect de leur cassure.

4) à les essayer par l'action des acides, par celle de l'aiguille aimantée, par celle du chalumeau et enfin par tous les moins propres à aider dans la détermination de leur nature.

5) à faire subir à des minéraux cristallisés purs et par conséquent bien déterminés et choisis parmi ceux qu'on trouve le plus communement dans les roches la même trituration, afin de comparer, sous tous les rapports, les parties de leur poudres, qui resultent de la trituration des masses, dont la composition est à determiner.

Nach dieser Methode hat Cacarrie einige Untersuchungen an Felsarten des Dep. des Deux-Sèvres angestellt (Annal. des mines (4. ser.) 1843. IV. 157).

Steinschleifer-Kitt (aus 1 Wachs, 1 Pech, 4 Rosinen und 16 Gemisch aus Ziegelstaub und Schlämmkreide) an ein kleines Holzstück, so dass er es (quer auf die Richtung der Fasern) fest an den Schleifstein halten kann, um es zu einer dünnen Platte zu schleifen. Dann wird es auf einer Bleiplatte mit grobem Smirgel und Wasser rauh, auf Kupfer mit feinem Smirgel fein polirt. Um dies auch auf der andern Seite zu bewirken, befestigt er die Steinscheibe auf eine etwas grössere Platte von Glas mittelst Gummi, besser Canada-Balsam. Die Glastafel wird dann in die gleichgestaltete Höhlung eines Holzes, welche nicht ganz so tief als die Tafel dick ist, gelegt und so beim vollständigen Abschleifen und Poliren der andern Seite festgehalten. Schon bedeutend zweckmässiger ist die ebenfalls auf fossile Hölzer sich beziehende Schleifoperation, welche Unger selbständig ersann und ausführlich im Neuen Jahrb. f. Mineral 1842. 154. beschrieb.

Die ersten Dünnschliffe eigentlicher Felsarten wurden, wie es scheint, von H. C. Sorby in Sheffield 1850 angefertigt (on the microscopical structure of the calcareous grit of the Yorkshire coast im Quart. journ. of the geol. soc. VII. 1851. 1). In Deutschland brachte diese Methode der Untersuchung wohl Oschatz zuerst und zwar für Mineralien in Anwendung (Zeitschr. d. d. geol. Ges. IV. 1852. 13); vgl. auch die Angaben von D. Forbes im Monthly microscopical Journal 1869. 240.

Es ist hier der Ort, um auf die Anfertigung solcher Präparate näher einzugehen und die Art und Weise zu erläutern, wie man bei derselben am einfachsten, raschesten und zweckmässigsten zum Ziele gelangt. Wenn auch die Herstellung tadelloser Dünnschliffe erst nach längerer Uebung gelingt, und selbst ein aufmerksamer und erfahrener Arbeiter sich vor Missgeschik nicht gesichert halten darf, so stellt sich doch vielleicht Mancher das Dünnschleifen überhaupt schwieriger, mühevoller und zeitraubender vor, als es in der That ist. Die dabei erforderlichen Operationen zerfallen in folgende vier Acte: a) das Anschleifen; b) das Aufkleben; c) das eigentliche Dünnschleifen; d) das Uebertragen und das Einlegen in Canadabalsam.

a) Entweder durch Abschlagen mit einem Gesteinshammer oder durch Spalten mit dem Meissel verschafft man sich ein möglichst dünnes, flaches, scherbenähnliches Stückchen des zu präparirenden Mineralkörpers. Von sehr vielen Mineralien und Gesteinen mit splitterigem und muscheligem Bruch, wie von Phonolithen, Basalten, Gläsern und Halbgläsern können mit einiger Gewandtheit Scherben abgeschlagen werden, welche die Dimensionen eines Gulden- oder Thalerstücks besitzen; bei andern, z. B. bei grobkörnigen Felsarten ist man oftmals darauf angewiesen, dickere, unregelmässig und unbequem gestaltete Fragmente weiter zu präpariren. Wenn irgend möglich, trachte man aber ein Stückchen zu gewinnen, welches frei von Sprüngen und Haarspalten ist, weil dadurch leicht bei den ferneren Operationen eine Zertheilung oder Zerbröckelung der Präparate herbeigeführt wird. Sollen

nicht zu besonderen Zwecken Studien über Verwitterungsprocesse angestellt werden, so ist es selbstverständlich gerathen, recht frische, compacte und unzersetzte Stückchen auszuwählen.

Bisweilen tritt die Nothwendigkeit ein, von einem Mineral- oder Gesteinsvorkommniss Dünnschliffe nach verschiedenen Richtungen herzustellen, z. B. Schiefer parallel der spaltenden Schieferungsfläche und senkrecht darauf, oder einen Krystall parallel den einzelnen krystallographischen Axenschnitten zu präpariren.

Diesem Scherbchen wird nun auf einer Schleifplatte vermittelst Smirgel und unter Beihilfe von Wasser eine glatte Fläche verliehen. Als beste Unterlage dient, wenigstens in den ersten Stadien des Schleifens eine durchaus plane Gusseisenplatte, welche gross genug sei, um eine kräftig ausholende reibende Bewegung zu gestatten.[1] Grosse Schwierigkeit verursacht es oftmals, tauglichen Smirgel zu erlangen, da die im Handel vorkommenden Sorten vielfach mit fremden, dunkeln und schweren, aber keineswegs harten Mineralsubstanzen verfälscht sind. Grob zerkleinerter Smirgel hilft wenig, ebenso allzu fein staubartig gepulverter; das wie es scheint, dienlichste Material besteht aus Körnchen, so gross wie die von mittelfeinem Quarzsand. Zu sparsam mit dem Smirgel umzugehen, bringt grossen Zeitverlust mit sich.

Die Ersetzung dieser auf festliegender Platte auszuführenden Schleifmanipulation durch eine maschinelle Vorrichtung kann, soweit des Verfassers Erfahrungen reichen, nicht empfohlen werden. Mehrere Maschinen hat er construirt, bei welchen entweder durch ein Tretwerk oder durch eine Locomobile bald eine kreisförmige Eisenplatte, bald ein Smirgelstein, bald ein runder Sandstein in rotirende Bewegung gesetzt und versucht wurde, entweder auf der horizontalen Fläche oder der Kante jener Unterlagen zu schleifen — aber Alles wurde aufgegeben, um wieder zu der anfänglichen, auf dem Tisch festliegenden Platte zurückzukehren. Mündlichen Mittheilungen zufolge hat Unger bei dem Dünnschleifen der fossilen Hölzer ähnliche Vorrichtungen in Thätigkeit gesetzt, sich aber mit demselben Resultat schliesslich wieder jener primitiven Methode zugewandt.

Ist die Fläche angeschliffen, so muss sie noch fein geglättet werden; man nimmt dies zweckmässig auf einer matten Glastafel mit ganz feinem Smirgelschlamm vor, welcher, um die Oberfläche nicht fortwährend zu zerkratzen, kein gröberes Körnchen mehr enthalten darf. Bei der vorhergehenden Schleifoperation mag der feinst zerriebene Schlamm bei Seite geschafft werden um zu dieser Glättung zu dienen. Die fertig geschliffene Fläche muss möglichst vollkommen eben sein; leicht geschieht es, namentlich im Anfang der Lehrzeit, dass die Mitte etwas convex ausfällt und die Glättung lediglich auf ihr erfolgt ist, während die

[1] David Forbes und Sorby bedienen sich hierzu einer Zinkplatte, welche allerdings nicht wie eine Eisenplatte rostet. The monthly microscopical journal 1. April 1869.

Ränder rauh und matt erscheinen; beim weiteren Dünnerwerden des Präparats gehen alsdann diese gewissermaassen abschüssigen Ränder, wie leicht einzusehen, mehr oder weniger bald verloren. Von einem eigentlichen trocknen Poliren der Fläche, etwa auf Kalbleder vermittelst Tripel oder caput mortuum kann nur dringend abgerathen werden, da es immer überflüssig ist, oft sogar schädlich wirkt. Sorgfältig aber muss sie von dem etwa noch in den Poren und kleinen Löchlein haftenden Smirgelschlamm gereinigt werden, sei es mit einem stumpfen Pinsel und Wasser oder, was vielleicht noch mehr nützt, durch Lecken und Saugen mit der reinen Zunge.

b) Das Scherbchen wird nun mit der glatt angeschliffenen Fläche auf einem bei der späteren Operation als Handhabe dienenden Glasplättchen vermittelst Canadabalsams aufgekittet. Das Glasplättchen mag eine Dicke von etwa 2 Mm. und muss eine von knötchenartigen Erhabenheiten freie Oberfläche besitzen; dasselbe ist wegen seiner Durchsichtigkeit jeder anderen Handhabe vorzuziehen.

Die Verwendung des Canadabalsams ist vielleicht der schwierigste Punkt bei der ganzen Herstellung der Dünnschliffe. Es gilt, denselben durch Erwärmung und darauf folgende Abkühlung vollständig erhärten zu lassen; einerseits muss er nach der Erkaltung so hart geworden sein, dass er keine Eindrücke von dem Fingernagel annimmt und sich mit dem Messer zu Pulver abschaben lässt, andererseits darf die Erhitzung nicht so lange gedauert haben, dass er dadurch braun und beim Erstarren rissig und bröcklich wird. Diejenige Sorte Canadabalsam ist die beste, welche bei gewöhnlicher Temperatur der Luft so dickflüssig ist, dass beim Umkehren des Gefässes nichts von selbst herausfliesst. Lange Uebung hat es als das vortheilhafteste erkennen lassen, eine Quantität des Balsams, wie sie zur Anfertigung mehrerer Präparate dienen kann, in einem kleinen Blechlöffel über der Spirituslampe zu schmelzen und eine Zeit lang in der Hitze flüssig zu erhalten, damit dann beim Erkalten die erforderliche Starrheit eintritt. Ein Aufflammen des Balsams schadet dabei nichts, wenn die Flamme gleich wieder ausgeblasen wird. Zweckmässig rührt man mit einem Glasstab in der flüssigen Masse umher, um die Luft daraus zu entfernen und eine etwa entstandene Bräunung zu zertheilen. Die verschiedenen Balsamsorten müssen abweichend lange Zeit geschmolzen werden, und fortgesetzte Erfahrung lässt erst den Punkt bestimmen, wann der Balsam zum Aufkitten tauglich geworden ist.

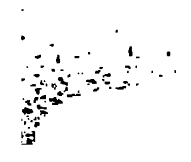
Bequem und Zeit ersparend ist es natürlich, die angeschliffenen Stückchen zu mehreren gleich hinter einander aufzukitten. Die wohlgereinigten Scherbchen werden zunächst, mit einer Pincette gefasst, über der Lampe erhitzt, um das während des Schleifens etwa hineingedrungene Wasser zu vertreiben, welches sonst den Balsam blasig machen würde. Nachdem man auf das Glasplättchen eine kleine Menge des geschmolzenen Balsams geträufelt hat, wird ersteres ebenfalls über der Lampe erwärmt, damit der Balsam ganz weich



und ziemlich dünnflüssig werde. Alsdann wird das Scherbchen mit seiner geschliffenen Fläche in die Mitte des Gläschens fest aufgedrückt und der an den Rändern hervorquellende Balsam mit dem Glasstab so verstrichen, dass das Steinchen rund herum gehörig davon umgeben und wohl befestigt ist. Bläschen zwischen der Schlifffläche und dem Glas sind möglichst zu vermeiden, aber wenn sie sich einstellen sollten, durch eine drehende Bewegung beim Aufdrücken oft auch wieder leicht zu entfernen. An ihrer Stelle erscheinen sonst beim spätern Dünnschleifen wegen der hier mangelnden Unterlage gar oftmals immer weiter um sich greifende Löcher. Nach der Erkaltung muss der Balsam sowohl nicht mehr schmierig als auch noch nicht rissig sein; beide Uebelstände, namentlich der letztere bewirken bei der nachfolgenden Erschütterung während des Schleifens ein gänzliches oder theilweises Loslösen des Stückchens von der Glasplatte, und eine abermalige Befestigung durch Erwärmung des Präparats ist dann mitunter oft nur schwer auszuführen. Mehrere angeschliffene Stückchen zugleich auf einem Gläschen festzukitten und so gemeinsam dünn zu schleifen, scheint nur bei grosser Kleinheit derselben und bei ganz weichen Substanzen erspriesslich.

c) Es erfolgt nun das eigentliche Dünnschleifen, welches zuvörderst wieder auf der Gusseisenplatte vorgenommen wird, indem man sich des Gläschens als Handhabe bedient; war der Balsam nicht völlig erhärtet, so bleibt er auf der Platte hängen und verursacht klebrige Stellen. Hat das frühere Scherbchen allmählig eine solche Dünne erreicht, dass es durch den sandähnlichen Smirgel leiden könnte, so geht man zu ganz feinem Smirgelschlamm und zu der Glastafel über. In den letzten Stadien ist natürlich ein Zerbrechen, Zerkratzen, oder Durchschleifen des Präparats sorgfältigst zu vermeiden: doch mag es selbst dem Geübtesten manchmal begegnen, dass, insbesondere bei sehr weichen Substanzen, durch ein paar nicht mehr nothwendige und verderbliche Reibungen unversehens das dünne Blättchen von dem Gläschen verschwunden ist. Wer dies vermeiden will, mag an den vier untern Ecken der Handhabe Fragmente von Deckgläschen festkleben: das Präparat wird dann nicht leicht dünner als diese. Durch die mindeste schiefe Haltung des Gläschens schleift sich an einer Seite mehr ab als an der andern, und nur schwierig kann bei weit vorgeschrittener Dünne die wünschenswerthe gleichmässige Dicke wieder hergestellt werden. Die grösste Behutsamkeit wird es übrigens bei gewissen Mineralien und Felsarten kaum vermeiden, dass nicht dennoch die Ränder des Präparats etwas dünner ausfallen als die Mitte.

Die Dünne, bis zu welcher das Schleifen fortgesetzt wird, hängt selbstredend vorzugsweise von dem Grade der Pelluciditát des Objects ab. Durchsichtige durchscheinende oder an den Kanten durchscheinende Substanzen brauchen nicht so dünn präparirt zu werden wie solche, welche im gewöhnlichen Sprachgebrauch als impellucid gelten. Doch hat letzteres auch seine Grenze, da es eine Anzahl von Mineralkörpern gibt, welche selbst in den



feinsten Blättchen sich fast durchaus opak verhalten. Leider scheint es im Allgemeinen, dass man gerade diejenigen Gebilde zu den zartesten Präparaten verarbeiten kann, welche es vermöge ihrer Pellucidität am wenigsten bedürfen. Wo nicht die Beschaffenheit des Objects es erheischt, ist es in den meisten Fällen nicht einmal rathsam die äusserste Dünne erzielen zu wollen, sowohl weil dies oftmals nur auf Kosten der Grösse des Präparats geschehen kann, als auch weil dadurch das Beobachtungsfeld für die Verhältnisse der mikroskopischen Structur in nachtheiliger Weise geschmälert wird. Der Dünnschliff sollte, wenn es ausführbar ist, immer so fein sein, dass man durch denselben lesen kann, wenn er, vollständig präparirt und mit einem Deckgläschen versehen, auf Druckschrift gelegt wird. Die durchschnittliche Dicke von wohlgelungenen Dünnschliffen beträgt 0.025—0.05 Mm.

d) Um ein sowohl sauberes, als zur mikroskopischen Untersuchung möglichst taugliches Präparat zu gewinnen, ist es erforderlich, das dünn geschliffene Blättchen von dem gewöhnlich ganz zerkratzten Gläschen auf einen reinen Objectträger zu übertragen, es auf diesem in Canadabalsam einzubetten und ein Deckgläschen zum Schutz und zur Erhöhung der Pellucidität darüber anzubringen. Zuvor aber muss das Präparat gründlich von dem noch darum klebenden schmutzigen Balsam gereinigt werden. Mit einem am Ende scharf schneidenden, aber sonst vorne stumpf gestalteten Messer kratzt man nach vorhergegangener Abspülung in Wasser den Balsam rund um das Blättchen vorsichtig und vollständig ab, wobei es vorzuziehen ist, ein vorspringendes Eckchen des letztern zu opfern, als ein Partikelchen des unreinen Balsams auf dem Gläschen kleben zu lassen. Ein stumpfer Pinsel mit Wasser oder vielleicht besser abermals die Zunge spült dann zur Genüge rein; zu dem den Balsam langsam auflösenden absoluten Alkohol seine Zuflucht zu nehmen ist nur dann erforderlich, wenn das Präparat Poren und Löcher in Menge enthält, welche sich mit dem Messer nicht füglich reinigen lassen; den dabei entstehenden Schleim nehmen alsdann der Pinsel und reichliches Wasser weg.

In die Mitte eines wohlgeputzten Objectträgers bringt man die erforderliche Menge von Canadabalsam, welcher nach der oben angegebenen Weise vorher so lange und derart erwärmt sein muss, dass er beim Erkalten möglichst farblos und hart ausfällt. Das eigentliche Uebertragen des Dünnschliffs geht oft sehr leicht von Statten, manchmal nimmt es viele Behutsamkeit in Anspruch. Mit einer Pincette erfasst man das Glasplättchen sammt dem darauf klebenden gereinigten Schliff, erwärmt es über der Spirituslampe und schiebt alsdann, wenn der festhaltende Balsam weich geworden, das Blättchen mit einem spitzen Instrument, einem Messer, einer Präparirnadel oder auch einem Hölzchen auf den Balsam des Objectträgers. Feine Sprünge, welche den Schliff durchziehen, verursachen bei dieser Operation oftmals ein Auseinanderlösen desselben in mehrere Partikel; eine kunstfertige Hand vermag es wohl, in diesem Falle die einzelnen Theile mitunter sogar in ihrer ursprünglichen Zusam-



mengehörigkeit unter einem Deckgläschen wieder zu vereinigen; ist dazu auch nur wenig Aussicht vorhanden, so ist es vorzuziehen, aus den grössern und bessern Bruchstücken mehrere Präparate anzufertigen. Immer aber wende man besondere Sorgfalt darauf, dass nicht über oder unter dem Dünnschliff kleine Splitterchen oder Körnchen zu liegen kommen, da durch deren Gegenwart sich bei dem Aufdrücken des Deckgläschens die Bläschen im Canadabalsam fast niemals gänzlich entfernen lassen, und überdies das Deckgläschen selbst leicht dem Zerbrechen ausgesetzt ist.

Substanzen, aus welchen durch Erhitzung Wasser ausgetrieben wird, dürfen nicht in heissen Canadabalsam eingelegt werden: sie verlieren sonst ihr Wasser, wodurch einerseits eine chemische Veränderung derselben erzeugt, andererseits ein heftiges Aufschäumen des umgebenden Balsams herbeigeführt wird.

Mit der Pincette erfasst, wird alsdann der Objectträger sammt dem darauf angebrachten Balsam und dem auf diesem ruhenden Dünnschliff erwärmt, jedoch ohne dass der Balsam aufflammt, wobei sich Russ an das Präparat ansetzen würde. In vielen Fällen wird der Schliff in dem ganz weichflüssig gewordenen Balsam von selbst etwas einsinken, und man kann ihn dann, sehr behutsam ein Zerbrechen vermeidend und von den Rändern beginnend, darin ganz und bis auf die Oberfläche des Objectträgers niederdrücken, worauf man mit einem spitzen Glasstäbchen den darunter weggequollenen Balsam vorsichtig darüberherstreicht; oder es wird oben auf den Schliff noch ein Tropfen erwärmten Balsams geträufelt. Nun gilt es, ein passendes, vorher sauber geputztes und in Bereitschaft liegendes Deckgläschen rasch darüber anzubringen. Indem dasselbe mit der Messerspitze sanft aufgedrückt wird, gelingt es bald leichter, bald schwieriger, die im Balsam oft zahlreich vorhandenen Dampfbläschen seitlich wenigstens bis über den Rand des Schliffs entweichen zu lassen. Zur Tadellosigkeit eines Präparats gehört es freilich, dass dieselben gleichfalls bis über das Deckglächen hinaus entfernt werden, wenn sie auch, seitwärts von dem Plättchen liegend, die Untersuchung des Objects nicht weiter beeinträchtigen. Sehr oft ist aber, namentlich bei dünnen Schliffen, letzteres trotz vielen Hinundherschiebens und Aufdrückens schlechterdings nicht zu erreichen; hartnäckig verharren die Bläschen besonders an dem Rand des Schliffs, wo sie sich einmal festgesetzt haben. Auch haften sie in den etwa vorhandenen Poren des Schliffs, wo sie indessen keineswegs störend wirken.

Bei sehr leicht zerbröckelnden Massen hat der Versuch, den Schliff auf ein reines Gläschen zu übertragen, oft eine gänzliche Zertheilung und Auseinanderlösung zur Folge. Zur Vermeidung dessen wird am besten das Object auf dem Gläschen, auf welchem es dünn geschliffen wurde, belassen und hier direct mit Balsam das Deckgläschen aufgekittet. Damit das später auch als Objectträger dienende Gläschen während des Schleifens nicht zu sehr zerkratzt werde, kann man an den vier Ecken auf der Unterfläche desselben Fragmente von Deckgläschen ankleben.



Die letzte Hand wird an das Präparat gelegt, indem der überschüssige seitlich von dem Deckgläschen hervorgedrungene Balsam, welcher, wenn er früher gehörig erhitzt war, beim Erkalten spröde geworden ist, mit dem Messer so behutsam abgekratzt wird, dass dabei das aufgekittete Deckgläschen sich hier nicht ablockert. Ein stumpfer Pinsel, der mit absolutem Alkohol, (oder besser noch Benzol) getränkt ist, oder ein um den Zeigefinger geschlungener damit angefeuchteter leinener Lappen vollstreckt dann unter Beihülfe von abspülendem Wasser die letzte Reinigung.

Von der Theilung der Arbeit Nutzen ziehend, nimmt man am zweckmässigsten auch diese Endesoperation für mehrere fertig geschliffene Objecte unmittelbar hinter einander vor; und zwar, da hierbei aussergewöhnliche Sauberkeit und Sorgfalt Noth thut, an einem besondern Tisch, fern von den Schleifplatten. Durchaus überflüssig ist es, nach Art der Präparate von organischen Substanzen, auch bei diesen unter gewöhnlichen Umständen unveränderlichen mineralischen Objecten den Rand des Deckgläschens mit einer schützenden und Luft abschliessenden Materie etwa mit Asphaltlack oder sog. schwarzem Feuerlack zu umgeben. Dagegen möge es nie versäumt werden, unverzüglich den Objectträger mit einer Etiquette zu versehen, welche wenigstens Namen und Fundort des präparirten Körpers angibt. Das Aufkleben und Beschreiben eines gummirten Papierstreifchens ist hier wohl einfacher und leserlicher als das Einkratzen jener Angaben auf dem Glas vermittelst eines Diamantstifts. [1])

---

[1]) In jüngster Zeit haben einige Mechaniker es unternommen, sowohl einzelne Dünnschliffe auf Verlangen anzufertigen, als auch ganze Sammlungen davon zum Verkauf zusammenzustellen.

Die Präparate von R. Fuess in Berlin (Wasserthorstrasse 46) sind vermöge ihrer Grösse, Dünne und Sauberkeit in der Ausführung untadelhaft. Von dieser Firma können auch geordnete Lehrsammlungen von Dünnschliffen typischer Gesteine bezogen werden; der Preis einer solchen höchst instructiven Sammlung von 30 Stück mit zugehörigem Kästchen und erläuterndem Katalog ist 15 Thlr., der Preis jedes einzelnen Präparats 15 Sgr. Dünnschliffe aus eingesandten Bruchstücken werden ebenfalls durchschnittlich mit 15 Sgr. pro Stück berechnet. Zur Erleichterung der Herstellung von Präparaten fertigt Fuess aus eingesandten Gesteinen auch „Dickschliffe" an, dünne Platten von ca. $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ Mm. Dicke zum Preise von 4 — 5 Sgr. das Stück. Dieselben werden mit Canadabalsam auf ein Stück Spiegelglas befestigt geliefert, und es ist die aufgekittete Fläche des Gesteins vorher genau plan geschliffen und sorgfältig gereinigt, so dass die weitere Bearbeitung des Schliffs sogleich vom Empfänger fortgesetzt werden kann.

Auch bei Voigt und Hochgesang in Göttingen werden Dünnschliffe angefertigt, welche empfohlen zu werden verdienen. Je nach Bestellung werden grosse (Format Bourgogne und Möller) und kleine (50 : 30 Mm.) Objectträger gewählt; die Dicke des Deckgläschens beträgt $\frac{1}{6}$ Mm. Der Preis eines Präparates ist (bei Bestellung von 20 — 25 Stück) 15 Sgr; wird auf dieselbe Platte ein zweiter Schnitt (Querschnitt) gewünscht, so erhöht dies den Preis um $7\frac{1}{2}$ Sgr.; bei einzelnen Präparaten kann sich wegen der Schwierigkeit der Ausführung der Preis um ein Geringes höher stellen.

Die Glastäfelchen, welche man als Objectträger benutzt, sollen von gutem, klarem, blasenfreiem und nicht zu dünnem Spiegelglas sein und mögen matt abgeschliffene Ränder besitzen, die man sich vermittelst eines rotirenden Schleifsteins oder auf einer Platte mit Smirgelschlamm selbst leicht und schnell herstellen kann. Welche Dimensionen für die Objectträger die passendsten seien, ist eine Frage, bei welcher die subjective Liebhaberei sehr ins Spiel kommt. Indessen will es scheinen, dass Glastäfelchen, wie sie in der Regel bei Botanikern, Anatomen und Physiologen in Gebrauch stehen, wie sie z. B. ferner den Mikroskopen beigelegt werden, oder wie sie J. Bourgogne und Charles Marchand in Paris bei ihren weit verbreiteten Probeobjecten anwenden, sich für Mineral- und Gesteinspräparate nicht eben sonderlich eignen. Solche Objectträger von 75 Mm. Länge und 25 Mm. Breite sind entschieden einerseits viel zu lang und andererseits für manche Dünnschliffe nicht völlig breit genug. Die unverhältnissmässige und in der That durchaus überflüssige Länge hat einen zwiefachen Nachtheil: einmal ragt dabei leicht ein Ende des Objectträgers über das Mikroskoptischchen hinaus, und man läuft Gefahr daran zu stossen, es zu verschieben oder gar zu zerbrechen; sodann ist es für die Untersuchungen im polarisirten Licht, wenn man sich nicht eines drehbaren Objecttisches bedient, erforderlich, das Präparat in der Axe des Mikroskops um sich selbst zu drehen; eine völlige Runddrehung kann aber nur mit einem viel kürzeren Objectträger ausgeführt werden. Ueberdies brechen diese langen Glasstreifen beim etwaigen zu Boden Fallen viel leichter entzwei als kürzere und breitere. Für die Präparatensammlung des Verfassers wurde das Grössenverhältniss von 28 Mm. Breite und 50 Mm. Länge gewählt; vielleicht würde die Länge nicht unzweckmässig auf 48 oder selbst 45 Mm. beschränkt werden können. Es wäre übrigens um des häufig erfolgenden Austausches der Präparate willen höchst wünschenswerth, wenn, soweit sich dies mit den bestehenden Sammlungen verträgt, die mit der mikroskopischen Mineral-Untersuchung beschäftigten Forscher über ein gemeinsames Format der Objectträger eine Vereinbarung träfen.

Für die schwächern Objectivsysteme reichen Deckgläschen von 0.5 bis 0.25 Mm. Dicke aus, für die stärkern und stärksten eignen sich oft nur noch dünnere von 0.2 bis 0.1 Mm. Dicke. Fein zerspaltene Glimmerlamellen als Deckblättchen anzuwenden, ist zwar billiger, aber wenig rathsam, weil dieselben oft von allerlei Rissen und Sprüngen nicht frei sind, auch die Pellucidität nicht so erhöhen, wie Glas; wo es sich um die Anwendung von polarisirtem Licht zum Studium der Objecte handelt, sind sie selbstredend gar nicht verwendbar. [1])

---

[1]) Preiswürdige Deckgläschen jeden Formats liefert der Glasermeister Heinrich Vogel in Giessen.

Untersuchung im polarisirten Licht.

Von ganz absonderlichem Nutzen für das Studium mikroskopischer Mineralobjecte ist die Betrachtung derselben im polarisirten Licht. Dabei muss sowohl das Gesichtsfeld durch polarisirtes Licht erleuchtet, als auch dieses polarisirte Licht durch ein anderes Polarisationsmittel ins Auge hineingelassen werden. Da ein schwarzer Spiegel, eine dunkle Turmalinplatte oder ein Glasplattensatz wegen der Lichtmenge, welche durch sie verloren geht, nicht als Polarisatoren verwandt werden können, so wird das polarisirte, auf das Object fallende Licht durch ein Nicol'sches Kalkspathprisma geliefert, und eben ein solches dient auch als Analysator. Der erste Nicol kommt allemal zwischen Lichtquelle und Object dicht unter die Oeffnung des Objecttisches, wo er, gewöhnlich in einer Hülse des darunterher beweglichen Schlittens steckend, genau so centrirt werden muss, dass seine Axe mit der optischen Axe des Instruments zusammenfällt. Der zweite Nicol kann entweder in dem Mikroskoprohr zwischen Objectiv und Ocular (Chevalier), oder zwischen dem letztern und dem Auge (Talbot) seine Stelle finden. Beide Einrichtungen sind üblich, den Hartnack'schen Instrumenten wird z. B. die eine oder andere auf Verlangen beigegeben. Bei der erstern Ausführung wird der Analysator unmittelbar über dem Objectiv zwischen diesem und dem untern Ende der Mikroskopröhre eingeschraubt und die nothwendige Drehbarkeit desselben — wenigstens um 90° — durch ein in einem offenen Schlitz laufendes Knöpfchen erzielt. Diese Stellung hat den beträchtlichen Vortheil, dass dadurch das Gesichtsfeld in keiner Weise verkleinert wird, den unangenehmen Nachtheil, dass man bei abwechselnder Untersuchung im gewöhnlichen und polarisirten Licht allemal den Nicol herausschrauben und das Objectiv wieder unmittelbar an die Mikroskopröhre anfügen muss. Der Lichtverlust, welchen das mikroskopische Bild erleidet, wird durch eine mit dem polarisirenden Nicol verbundene planconvexe Beleuchtungslinse grösstentheils ausgeglichen. Bei der zweiten Einrichtung findet sich, wie erwähnt, der analysirende Nicol zwischen dem Auge und dem Ocular, oben auf dem letztern befestigt. Durch einfaches Umdrehen des so mit einem Nicol combinirten Oculars kann man alle Polarisationserscheinungen hervorrufen, und der Uebergang vom polarisirten zum gewöhnlichen Licht wird hier durch einfache Vertauschung eines solchen Oculars mit einem gewöhnlichen (und durch Herausnehmen des untern Polarisators) vollzogen. Die Verdunkelung des Gesichtsfeldes bei gekreuzten Nicols wird allerdings dadurch etwas vollständiger erzielt, als wenn der Analysator sich sehr nahe über dem Objectiv befindet, weil in dem letztern Falle ausser den ausserordentlichen auch eine gewisse Menge ordentlicher Strahlen das Ocular trifft, (wobei indessen immer noch selbst recht schwach polarisirende Gegenstände mit voller Bestimmtheit erkannt werden können); den sehr erheblichen Nachtheil besitzt aber jene Nicolstellung über dem Ocular, dass dadurch das Gesichtsfeld ganz aus-

serordentlich verkleinert wird. Namentlich um dieses Punktes willen scheint die erstere Einrichtung (Chevalier), wenn sie auch zeitraubender und umständlicher ist, gleichwohl den Vorzug zu verdienen.

Wenn die Polarisationsebenen des untern und des obern Nicols parallel sind, so erscheint das Gesichtsfeld des Mikroskops hell; stehen sie rechtwinkelig auf einander, so ist es dunkel. Dreht man also den Polarisator oder den Analysator um einen Winkel von 90°, so wird abwechselnd ein erhelltes und ein verdunkeltes Gesichtsfeld erzeugt, während in den dazwischen befindlichen Stellungen der Nicols dasselbe einen Theil des Lichtes erhält. Die Polarisation fällt um so vollkommener aus, je dunkler sich das Feld in dem einen Falle, je heller es sich in dem andern darstellt.

Die charakterisirenden Erscheinungen, welche durch die Anwendung des polarisirten Lichts bei Mineralobjecten hervorgerufen werden, gründen sich auf folgende zwei Sätze:

1) Durchläuft der Strahl einen ganz und gar einfach brechenden Körper oder einen sonst doppelbrechenden Krystall in der Richtung, in welcher nur einfache Brechung eintritt, so erfolgt keine Polarisation.

2) Eine jede Doppelbrechung des Lichts ist aber mit einer Polarisation desselben verbunden. Die Lichtstrahlen, die einen Krystall in der Richtung, in welcher er doppelt bricht, durchlaufen, befinden sich also im polarisirten Zustande.

Stehen die Nicols so, dass das Gesichtsfeld verdunkelt erscheint, und bringt man alsdann ein Glasplättchen über die Oeffnung des Objecttisches, so wird an jener Dunkelheit nichts geändert, weil es ein einfach brechendes Medium ist, welches man zwischen die Nicols mit gekreuzten Polarisationsebenen geschoben hat. Dasselbe wird geschehen, wenn man ein Plättchen von reinem Obsidian, Opal und andern amorphen Körpern, oder eine in einer beliebigen Richtung gewonnene Lamelle eines im regulären System krystallisirenden Minerals (wie Granat, Nosean, Flussspath, Steinsalz) einfügt, weil auch diese mit nur einfacher Brechung ausgestattet sind. Dreht man alsdann den Analysator um 90°, so macht das zwischenliegende Object die Wandelung des Gesichtsfeldes vom Dunkeln zum Hellen einfach gleichmässig mit durch, ohne besondere Farbenerscheinungen zu zeigen.[1]

Hin und wieder vermögen aber selbst reguläre Krystalle zu polarisiren. Die Erklärungsweisen für die einzelnen dieser eigenthümlichen Erscheinungen, welche insgesammt darin begründet sind, dass die Krystalle sich nicht mehr in dem krystallologischen Gleichgewicht befinden, sind folgende: *a*) Moleculare

[1]) Fischer bedient sich des Wortes apolar für solche Substanzen, welche bei gekreuzten Nicols dunkel werden, von denen man aber bis jetzt wenigstens noch nicht entschieden weiss, ob man es mit wirklich amorphen oder aber mit kryptokrystallinischen, also dichten Varietäten von Körpern aus dem regulären System zu thun habe. (Kritische, mikroskopisch-mineralogische Studien, Freiburg i. Br. 1869. 9).

theilweise oder gänzliche Umwandlung in ein Aggregat doppeltbrechender Kryställchen unter Beibehaltung der Form, wie es Volger[1]) für den Boracit nachwies, in welchem sich der Parasit angesiedelt hat, und wie es ferner die zu einem Haufwerk zeolithischer Fäserchen umgestandenen Noseane schön darbieten. *b*) Die frischen Krystalle sind mit einer lamellaren Zusammensetzung ausgestattet, wobei die einzelnen Schichten nicht in absoluter Berührung sind und daher eine Wirkung analog der von Glasplattensätzen hervorbringen, welche das Licht durch Reflexion und Brechung polarisiren (Polarisation lamellaire Biot's). *c*) Für die Polarisationserscheinungen beim Alaun hat Reusch[2]) nachgewiesen, dass dieselben durch die Biot'sche Annahme einer lamellaren Zusammensetzung nicht genügend erklärt werden, sondern dass es sich bei den untersuchten Alaunen um eine schwache Doppelbrechung in Folge innerer, beim Wachsthum der Krystalle hervorgebrachter Spannungen handle. Durch eine geeignete Pressung der polarisirenden Alaunkrystalle, welche jener Spannung entgegenwirkt, konnte er selbst die Eigenschaft der Doppelbrechung für die Dauer des Druckes aufheben.

An sich einfach brechende amorphe Substanzen können auch ausnahmsweise doppelbrechen und polarisirend wirken, wenn sich in denselben eine Elasticitätsdifferenz, eine Aufhebung des innern Gleichgewichtszustandes entwickelt hat, meistens im Gefolge besonderer Structurverhältnisse. Opale und Obsidiane zeigen längs feiner Sprünge zwischen gekreuzten Nicols eine matte Helligkeit.

Die dem tetragonalen und hexagonalen (rhomboëdrischen) System angehörigen Krystalle verhalten sich nach allen Richtungen doppeltbrechend, mit Ausnahme einer, in welcher nur einfache Brechung stattfindet, der Richtung der optischen Axe, die mit der krystallographischen Hauptaxe parallel läuft. In dieser Direction verschwindet also mit der Doppelbrechung auch die Polarisation und bringt man ein rechtwinkelig auf die krystallographische Axe geschnittenes Kalkspath-, Quarz-, Turmalin-, Nephelin-, Vesuvian- u. s. w. Plättchen genau in horizontaler Lage zwischen die Nicols, so dass jene Axe mit der Mikroskopaxe zusammenfällt, so wird dasselbe ebenfalls bei parallelen Polarisationsebenen der Nicols wie das Gesichtsfeld hell, bei gekreuzten dunkel erscheinen und keine eigenthümlichen Farbenphänomene aufweisen.

Die sonst doppeltbrechenden Krystalle des rhombischen, monoklinen und triklinen Systems sind mit zwei solchen Richtungen, optischen Axen ausgestattet, nach denen blos einfache Brechung erfolgt. Hier stimmen dieselben aber nicht mit krystallographischen Axen überein.

Ganz anders fallen die Erscheinungen aus, wenn der durch einen Mineralkörper gehende Lichtstrahl eine Doppelbrechung erfährt. Der aus dem untern Nicol kommende Lichtstrahl ist geradlinig polarisirt, erleidet dann durch die

---

1) Poggendorffs Annalen 1854. XCVII. 86.
2) Monatsber. d. k. Akademie z. Berlin. 11. Juli 1867.

zwischengeschobene Krystallsubstanz eine Doppelbrechung nebst einer Umpolarisirung und wird schliesslich durch den obern Nicol auf eine geradlinige Polarisation zurückgeführt. In Folge davon tritt der doppelbrechende Krystall mit mehr oder weniger leuchtenden Farben hervor, auf dunkelm Grunde, wenn die Nicols gekreuzt, auf hellem, wenn sie parallel sind. Durch solche Contraste werden die Contouren ausserordentlich hervorgehoben, so dass sich mit dem polarisirenden Mikroskop oft Details unterscheiden lassen, welche man im gewöhnlichen Licht nicht gewahrt. Wird der Polarisator oder der Analysator gedreht, so ändert sich die Farbe; bei gekreuzten Nicols trägt das Object eine Farbe, welche complementär ist zu derjenigen, die es bei parallelen Nicols zeigte, Roth hat sich in Grün, Blau in Gelb u. s. w. und umgekehrt verwandelt.

Dreht man ein doppeltbrechendes Object in der Horizontalebene um eine senkrechte Axe, so wechseln die Polarisationsfarben. Es tritt aber bei gekreuzten Nicols Dunkelheit ein, wenn der Hauptschnitt der Krystallplatte zusammenfällt mit einer der beiden auf einander senkrechten Polarisationsebenen der Nicols. Man braucht dann nur den Krystall in der Horizontalebene zu drehen, um ihn farbig werden zu lassen; am intensivsten erfolgt dies nach einer Drehung um 45°.

Nach Obigem könnte man einen optisch einfach brechenden Krystall einerseits und einen in besonderer Stellung befindlichen doppelbrechenden andererseits gegenseitig verwechseln, und es müssen dieselben daher zur Controle in einer andern Stellung zwischen den Nicols betrachtet werden: Bleibt bei gekreuzten Nicols auch dann das Object unter allen Umständen absolut dunkel, so hat man es in der That mit einem einfachbrechenden Körper zu thun; der doppeltbrechende wird in der veränderten Stellung seinen Charakter farbig zur Geltung bringen. In den Dünnschliffen sind gewöhnlich die krystallisirten oder krystallinischen Individuen derselben Mineralsubstanz in sehr verschiedenen Richtungen geschnitten, so dass man die Vergleichungspunkte neben einander zur Hand hat.

Die Färbung der polarisirenden doppelbrechenden Körper hängt von ihrer Dicke ab. Ist daher die Dicke des Objects wechselnd, so weist es bei der nämlichen relativen Stellung des Polarisators und Analysators gleichzeitig verschiedene Farben auf. Befinden sich ungleichmässig dicke Körper derselben Natur im Gesichtsfelde, so werden dieselben eine abweichende Färbung besitzen, und ein keilförmiges Object, welches an dem einen Ende gewissermaassen mit einer scharfen Schneide endet, wird alle Farben in regelmässiger Aufeinanderfolge darbieten, welche den verschiedenen Dicken eigenthümlich sind.

Erreichen die doppelbrechenden Krystallgebilde eine ganz ausserordentliche Dünne und Schmalheit, oder ist die Brechung der Objecte überhaupt sehr schwach, so sind sie oft nicht im Stande, ihren optischen Charakter geltend zu machen, und es geht ihnen die Fähigkeit der chromatischen Polarisation fast ab.

Vermöge des geringen Gangunterschiedes der interferirenden Strahlen treten bei ihnen nur die niedrigsten, ein mattes Grau oder Gelblichweiss darstellenden Interferenzfarben der ersten Ordnung hervor, welche von dem Tone des Gesichtsfeldes oft kaum zu unterscheiden sind. Um die doppelbrechende Natur dennoch hervortreten zu lassen, kann man ein Blättchen von Glimmer oder Gyps unterschieben; ist dieses gleichmässig dick, so erscheint es gleichmässig gefärbt; nur wo das erwähnte Object darauf liegt, zeigt sich dann eine abweichende Färbung, welche selbst noch sehr geringe Spuren von Doppelbrechung verräth. Ein Gypsblättchen vom Roth der ersten Ordnung besitzt selbst für sehr schwache Farbenveränderungen eine recht befriedigende Empfindlichkeit.

Eigenthümlich sind die Polarisationserscheinungen faseriger Aggregate. Bei den durch den Mittelpunkt geführten Schnitten durch ringsum ausgebildete und freiliegende Kugeln, welche aus feinen radialen Fasern zusammengesetzt sind, sieht man im Polarisationsmikroskop regelmässige Kreuze. Verzerrte und oft stark verstümmelte oder nur theilweise ausgebildete Kreuze dann, wenn Kugeln oder Halbkugeln durch den Schliff schief geschnitten werden, oder wenn es nur zur Ausbildung von Kugelquadranten gekommen ist. Sind die Kugelgebilde sehr klein und die Fasern nicht sonderlich regelmässig radial angeordnet, so erhält man verwaschene Kreuzchen, die bei kleinen Drehungen des obern Nicols eigenthümlich flimmern.

Abgesehen von der Ermittelung der eigentlichen optisch-krystallographischen Verhältnisse der Mineralkörper, welche zur Feststellung ihrer Natur geleitet, bietet die Betrachtung im polarisirten Licht noch einen andern sehr erheblichen Vortheil. Wo gleichgefärbte, krystallinische und krystallisirte Medien, welche entweder verschiedener Natur und optisch anders beschaffen, oder derselben Natur und nur optisch anders orientirt sind, aneinandergrenzen, da treten im polarisirten Licht diese Grenzen höchst scharf und deutlich durch Farbenverschiedenheit hervor. Farblose, von fremder farbloser Substanz eingeschlossene Körper werden so auf den ersten Blick sichtbar gemacht, während man sie im gewöhnlichen Licht gar leicht übersehen könnte. Die Zwillingsbildung gibt sich wegen der abweichenden optischen Orientirung der verwachsenen Individuen unverzüglich im polarisirten Licht u. d. M. kund. Und jede eingetretene Umwandlung einer Substanz, welche eine neue moleculare Gruppirung mit sich bringt, wird durch dieses Hülfsmittel deutlich offenbar.

Messung der Grösse und der Winkel der Objecte.

Zum Messen der Grösse mikroskopischer Gegenstände eignen sich für die hierher gehörigen Untersuchungen am meisten die Glasmikrometer, wie sie den bessern Instrumenten beigelegt zu werden pflegen: dieselben sind gewöhnlich lose in einem (schwachen) Ocular so angebracht, dass man ihre Theilung und das objective Bild des Gegenstandes zugleich und mit derselben Schärfe erblickt, und es findet sich angegeben, welcher Grösse ein Theilstrich

des Mikrometers bei den verschiedenen Objectiven entspricht (vgl. S. 4). Um ganz sicher zu gehen, kann man den angeführten Werth controliren, etwa nach der von Harting (das Mikroskop II. 228) mitgetheilten Weise Jurin's vermittelst einer ihrem Durchmesser nach genau bekannten dünnen Metallsaite oder einfacher, indem man ein zweites Glasmikrometer von festgestellter Richtigkeit als Object benutzt und die Abtheilungen des Ocularmikrometers zählt, welche einer vollen Anzahl von Abtheilungen des erstern entsprechen. Es mögen dann hin und wieder vielleicht Correcturen vorzunehmen sein, deren Grösse indess bei der jetzigen exacten Ausführung der Mikrometer wohl immer verschwindend klein gegen diejenige der Fehler ist, welche der Beobachter selbst sich durch unrichtige Einstellung zu Schulden kommen lässt. Das Glasmikrometer wird stets so in das Ocular hineingelegt, dass die Theilung sich auf der untern, dem Object zugewendeten Seite befindet, um die doppelte Reflexion an der hintern Fläche und dadurch die Verdoppelung der Theilstriche zu vermeiden. Immer muss das Object aufs schärfte eingestellt, der eine Rand desselben mit einem Theilstrich genau in Berührung gebracht und die Messung in der Mitte des Gesichtsfeldes vorgenommen werden. Bei der Grössenmessung kleiner isolirter Körperchen kann man auch das Glasmikrometer, bei welchem der wirkliche Abstand der Intervalle bekannt ist, direct als Träger des Objects verwenden, womit indessen kaum irgend ein Vortheil verbunden ist.

Die Objecttisch-Schraubenmikrometer geben vermöge ihrer Construction zu mancherlei Fehlern Anlass und erreichen vielleicht nur in seltenen Fällen bei ganz vollendeter Arbeit den erforderlichen Grad von Genauigkeit. Ein richtiges Glasmikrometer mit reinen gleichmässigen Theilstrichen leistet bei unverhältnissmässiger Billigkeit dieselben Dienste wie eines der kostspieligen und complicirten Ocularschraubenmikrometer.

Die Grösse der Objecte wird wohl jetzt allgemein durch Decimaltheile des Metermaasses ausgedrückt. Um nicht durch die hier gewöhnlich vorkommenden vielen Nullen der Decimalbrüche für mikroskopische Grössen den Ausdruck weniger fasslich und übersichtlich zu machen, zugleich aber denselben zu vereinfachen, hat man wohl eine mikroskopische Einheit angenommen, indem man ein Tausendstel Millimeter = 0.001 Mm. als 1 Mmm. (Mikromillimeter, Millimillimeter) bezeichnet. [1]) Da die meisten mikroskopischen Objecte, um deren Grösse es sich handelt, weniger als 0.1 Mm. messen, so reicht man bei dieser Ausdrucksweise mit einer Zahl aus, welche zwei oder höchstens drei Ziffern enthält. Doch hat sich, wenigstens in Deutschland, diese Schreibmethode noch nicht vielen Eingang verschafft.

Um bei dem Präparat später ganz genau die Stelle wiederzufinden, wo

[1]) Vogelsang schlug (Philosophie d. Geologie u. mikrosk. Gesteinsstud. 1867. 187) als rationellere und kürzere Bezeichnung Mikrometer (Mik.) vor.



man früher ein kleines dem blossen Auge nicht sichtbares Körperchen beobachtet hat, wurden mehrere z. Th. ziemlich complicirte, sog. Indicatoren erfunden, so von Amyot, Bridgmann, Tyrell, Baylie, Brodie, Edwards. Besser als alle diese zusammengesetzten Finder-Vorrichtungen ist eine höchst einfache und praktische Methode, welche von H. Hoffmann herstammend, durch Harting mitgetheilt wird.[1] Auf dem Objecttisch des Mikroskops werden zu beiden Seiten der Oeffnung zwei Kreuze eingeschnitten, das eine so (⨯), das andere so (+) geformt. Befindet sich nun etwas im Gesichtsfeld, was man späterhin schnell wieder dahin zu bringen wünscht, so werden mit Dinte, besser noch mit einem Schreibdiamanten zwei ähnliche Kreuze gerade über jenen des Objecttisches auf die Oberfläche des Objectträgers gezeichnet, und damit ist die Stelle jenes mikroskopischen Gegenstandes fixirt. Wird nämlich später der Objectträger wieder so auf den Tisch gelegt, dass die gleichen Kreuzungspunkte einander genau decken, wobei die abweichende Gestalt der Kreuze über den vorderen und hinteren Rand des Glastäfelchens genügenden Aufschluss gibt, dann muss auch das Object wieder so ziemlich seine frühere Stellung im Gesichtsfelde einnehmen.

Auch mag man sich des von Harting[2] erfundenen einfachen Papierstreifchen-Indicators bedienen. Am vordern sowie am rechtssehenden Rande des Deckgläschens werden parallel mit demselben schmale Papierstreifchen aufgeklebt, auf welchen eine Theilung wie auf einem Maassstabe etwa in $\frac{1}{2}$ Millimeter angebracht ist. Leicht kann man sich die Streifchen lithographiren lassen und auf der Rückseite gummiren. Die Stelle, welche das wiederzufindende Körperchen einnimmt, wird vermittelst dieser beiden Scalen durch die Coordinaten bestimmt, durch zwei davon ausgehende, einander rechtwinkelig schneidende Linien, welche den Rand je eines Papierstreifchens unter rechtem Winkel treffen. Kennt man die beiden Punkte, wo beide Linien die getheilten Scalen schneiden, so ist der Ort des Objects durch zwei Zahlen, welche man sich notirt, ganz genau festgestellt.

Die Goniometer, welche man zur Ermittelung der Winkel von Krystallen mit dem Mikroskop verbindet, zerfallen nach ihrer Einrichtung in zwei Arten. Bei beiden befindet sich im Ocular ein richtig centrirtes Spinnweb-Fadenkreuz, in dessen Durchschnittspunkt die Spitze des zu messenden Winkels genau zu liegen kommt, so dass der eine Schenkel des Winkels mit einem der beiden Fäden scharf zusammenfällt. Bei den Goniometern der ersten Art ist nun am Ocular ein in Grade getheilter Kreis angebracht, und es wird das Ocular so lange um seine Axe gedreht, bis der andere Schenkel des Winkels sich mit dem nämlichen Faden deckt; der beschriebene Drehungsbogen, welcher die Grösse des Winkels angibt, wird auf dem Theilkreis abgelesen. Bei

---

1) Das Mikroskop II. 309.

2) Ebendaselbst II. 307.



der andern Vorrichtung ist der Objecttisch selbst um seine Axe drehbar und trägt selbst die Kreistheilung, während das Fadenkreuz im Ocular beim Messen unbeweglich bleibt. In beiden Fällen muss die Spitze des Winkels gerade in der Axe des optischen Apparates liegen und auch bei der Umdrehung darin verbleiben. Gleichfalls muss die Drehungsaxe entweder des Oculars oder des Objecttischs genau mit jener Axe coincidiren; da dies für den letztern nicht immer ganz exact zu erreichen ist, und das Object somit beim Drehen seinen Ort im Gesichtsfelde verändert, so ist das Oculargoniometer im Ganzen vorzuziehen. Ganz zweckmässig ist das hierher gehörige Schmidt'sche Goniometer.[1])

Etwas gröber ist die Methode, dass man vermittelst einer Camera lucida oder eines Sömmering'schen Spiegelchens das Bild des Krystalls auf ein Blatt Papier wirft; werden nun drei Punkte bezeichnet, wovon je einer auf einem der beiden Schenkel, der dritte im Winkelpunkte des zu messenden Winkels liegt, so kann man nachdem mit einem Lineal die Schenkel des Winkels ausgezogen sind, mit einem Gradbogen die Grösse desselben ausmessen. Auf diese Weise ist auch die Neigung zweier Flächen messbar, welche nicht unmittelbar zum gegenseitigen Durchschnitt kommen: man verlängert einfach die dieselben darstellenden Linien, bis sie in einem Punkte zusammenstossen, der alsdann der Winkelpunkt ist.

Handelt es sich um die Messung rundum ausgebildeter, sei es isolirter, sei es in einer pelluciden Masse liegender Krystalle, so lassen sich die Neigungswinkel der Flächen selbstredend nur dann richtig bestimmen, wenn die Kante mit der optischen Axe des Mikroskops zusammenfällt, so dass die beiden Flächen, deren Neigung ermittelt werden soll, auch nicht zum kleinsten Theile selbst sichtbar sind, sondern sich nur als Linien darstellen. Nur in verhältnissmässig seltenen Fällen haben die Krystalle diejenige Lage oder können in eine solche gebracht werden, welche zur sichern Winkelbestimmung erforderlich ist. Wo, wie es bei den Dünnschliffen meist der Fall, wirkliche Durchschnitte von Krystallen vorkommen, da hat die hier einfach auszuführende Messung der von den Begrenzungslinien eingeschlossenen Winkel gewöhnlich nur eine sehr unwesentliche Bedeutung, da diese Winkel natürlich je nach der Lage der Schnittfläche die allerverschiedensten Werthe erlangen.

Recht zweckmässig ist die auf die Doppelbrechung gegründete Methode der Krystallwinkel-Messung, welche von J. Müller mitgetheilt wird (Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik 1868. I. 931, wo auch eine Zeichnung und Beschreibung des Apparats gegeben ist).

Mikroskopische Irrthümer und optische Täuschungen. Richtige Einstellung.

Fremde Körperchen, welche nicht zu dem Gegenstand der mikroskopischen Wahrnehmung gehören, aber neben demselben im Gesichtsfeld erscheinen,

---

[1]) Carl Schmidt, Untersuchungsmethoden der Excrete und Säfte. 1846. S. 19.

werden im Ganzen selbst von dem Anfänger bei einiger Ueberlegung als solche erkannt oder sogar ihrer Natur nach gedeutet. Für den geübten Beobachter so zu sagen gar nicht vorhanden, indem sie, als bekannt und unwesentlich, förmlich unwillkürlich ausser Acht gelassen werden, können sie gleichwohl im Beginn mikroskopischer Studien zu Irrthümern und Täuschungen Anlass bieten. Dazu sind zu rechnen Fasern von Leinwand oder Wolle, Fragmente von Pinselhaaren, Staubpartikel, welche auf dem Objectträger, den Flächen des Dünnschliffs oder der untern Seite des Deckgläschens haften, verschiedene Verunreinigungen, die sich im Canadabalsam befinden, feiner Smirgelschlamm, der in den Höhlungen oder auf den Schliffflächen des Präparats kleben geblieben. Für viele dieser Gebilde liefert der Umstand, dass dieselben, um klar und bestimmt begrenzt zu erscheinen, einer andern Einstellung bedürfen als die verschiedenen Theile des Untersuchungs-Objects selbst, die Gewissheit, dass man es mit fremden, nicht zugehörigen Körperchen zu thun hat. Noch leichter kenntlich sind die auf den Gläsern der Oculare befindlichen und im Gesichtsfelde erscheinenden Staubtheilchen, Häärchen und Fäserchen.

Die Luftblasen, welche der Canadabalsam des Präparats mechanisch eingeschlossen enthält, können auch wohl von dem Anfänger als verwunderliche Bestandtheile des Objects selbst erachtet werden oder wenigstens seine Aufmerksamkeit überflüssiger Weise eine Zeit lang in Anspruch nehmen. Ihr Aussehen ist sehr charakteristisch: Bei mittlerer Einstellung des Mikroskops bieten sie sich dar als runde Körperchen mit kleinem rundem hellem Centrum und einem Rande, der nach innen dunkelschwarz und von hellen Ringen unterbrochen, nach aussen dunkelgrau und von Interferenzstreifen eingefasst ist; von den Lichtstrahlen, welche aus dem dichtern Medium des Canadabalsams in das dünnere des Bläschens eintreten, erfahren nämlich bei diesem Uebergang alle mit Ausnahme der mittelsten eine so starke Ablenkung, dass sie nicht in das Objectiv gelangen können. Hat man sich aber einmal an unzweifelhaften Vorkommnissen dieser Art absichtlich mit ihrer Erscheinungsweise vertraut gemacht, so wird man gewiss nimmermehr Gefahr laufen, sie zu verkennen oder zu missdeuten.

Ganz plattgedrückte flache Blasen im Canadabalsam mit oft zahlreich verzweigten schlauchförmig gebogenen Verästelungen sehen allerdings beim ersten Anblick recht seltsam aus und könnten alsdann, irrthümlich mit dem Object selbst in Verbindung gebracht, zu trügerischen Anschauungen geleiten; einmal als solche richtig erkannt, werden sie fernerhin nicht mehr in Versuchung führen.

Ausser diesen Veranlassungen zu mikroskopischen Irrthümern spielen noch optische Täuschungen bei unsern Beobachtungen eine Rolle. Insbesondere gehören hierher die auf Interferenzen oder der Ablenkung der Lichtstrahlen beruhenden Beugungsphänomene bei der Betrachtung durchsichtiger



in der Focalebene befindlicher Objecte im durchfallenden Licht; innerhalb und ausserhalb der dunkeln Randlinien derselben erscheinen dadurch ein oder mehrere Lichtstreifen, welche mit dunklen Linien abwechseln und bei starker Beleuchtung Farbensäume zeigen, die man mitunter als dem Object selbst angehörig erachten könnte. Solche Erscheinungen, welche hauptsächlich bei sehr intensiver (und deshalb zu vermeidender) Beleuchtung hervortreten, können auf folgende Weisen entstehen, die indessen nur selten vereinzelt, meistens zu zweien oder dreien neben einander wirksam sind:

a) Die von dem Spiegel kommenden Strahlen, welche durch das den Beobachtungsgegenstand umgebende Medium (z. B. Canadabalsam) gehen, interferiren mit denjenigen, welche durch das Object selbst hindurchgegangen sind; beide Substanzen besitzen abweichendes Brechungsvermögen, in Folge dessen Gangunterschiede der dieselben passirenden Strahlen erzeugt werden. In diesem Falle erscheinen die Interferenzstreifen aussen an den Grenzlinien des Objects und zwar um so deutlicher und intensiver, je grösser die Differenz der Brechungsindices ist.

b) es interferiren die Strahlen, welche durch das umgebende Medium hindurchgehen mit denjenigen, welche von den äussern, sei es ebenen oder gewölbten Grenzflächen des Objects reflectirt oder gespiegelt worden sind; selbstredend geben sich die Interferenzstreifen auch hier an der Aussenseite des Objectrandes kund, z. B. da wo Krystalle, rundliche Körnchen, cylinderförmige Körper in Canadabalsam oder in einer fremden Mineralsubstanz eingebettet sind. Diese überaus häufige und oft sehr grell auftretende Beugungserscheinung ist in erster Linie von dem auf die Beschaffenheit und Gestalt der Aussenfläche gegründeten Reflexionsvermögen des Objects abhängig. Auch längs feiner Spalten und Risse, welche ein amorphes oder krystallinisches Mineral-Medium durchziehen, sind die farbigen Interferenzsäume sehr oft ausgezeichnet zu erkennen.

c) endlich können auch die durch das Object gehenden und gebrochenen Lichtstrahlen mit denen zur Interferenz kommen, welche an seinen innern Seitenflächen eine Reflexion und Spiegelung erfahren; dabei müssen indessen die Interferenzstreifen an der Innenseite der eigentlichen Grenzlinien des Objects, z. B. eines polyedrisch gestalteten Hohlraumes hervortreten.

Wechsel der Beleuchtung durch Verschiebung des Spiegels oder Einfügung anderer Blendungen, Veränderung der Focaldistanz oder der Vergrösserung bringen so beträchtliche Abweichungen in dem Aussehen, dem Verlauf, der Anzahl und der Farbenvertheilung der Interferenzstreifen hervor, dass ein halbwegs erfahrener Beobachter unverzüglich inne wird, wie sie nur dem mikroskopischen Bilde, nicht dem Objecte selbst angehören.

Die unrichtige Einstellung ist es, welche an sich scharfe Linien, z. B. die Randgrenzen ganzer oder durchschnittener Krystalle sehr oft verdoppelt oder unmässig verbreitert erscheinen lässt, oder winzigen rundlichen Körperchen



einen farbigen Aussenrand verleiht. Bei richtiger Einstellung, für welche diejenige zu gelten hat, bei der das Bild des Objects am kleinsten und seine Begrenzungslinie am zartesten und schmalsten ausfällt, verschwinden diese mehr störenden als beirrenden Erscheinungen.

Der geschickte Wechsel der Einstellung verhilft auch mitunter, wenigstens wo es sich um grössere mikroskopische Gebilde und um gewisse Brechungsgegensätze handelt, zur Lösung der schwierigen Frage, ob irgend ein sphärisches Object ein solides Kügelchen oder ein kugelförmiger Hohlraum, ob ein cylindrisches ein fester nadelförmiger Gegenstand oder ein cylindrischer Hohlraum sei. [1]) Eine Luftblase in Canadabalsam, eine Gasblase in Krystallen, überhaupt ein jedes von sphärischen Flächen begrenztes dünneres Mittel, welches von einem dichtern eingeschlossen wird, wirkt gleich einer Concavlinse und erzeugt ein Lichtbild der Blendung, wenn man unterhalb der Aequatorialzone einstellt; jedes sphärisch begrenzte, stärker brechende Mittel wirkt, in einem schwächer brechenden eingeschlossen, wie eine Convexlinse, und das Lichtbild der Blendung wird hervorgebracht, wenn man oberhalb der Aequatorialzone einstellt. Oder wie Welcker sich ausdrückt: »Zeigt ein Object seinen lebhaftesten Glanz beim Erheben des Tubus, so hat man den Tubus auf den Gipfel einer Erhabenheit ,,hinaufgehoben''; findet sich der Glanz beim Senken des Tubus, so hat man den Tubus in eine Vertiefung ,,hinabgesenkt.''« Entsprechende Verhältnisse kommen in einer nur durch die Form des Objects veränderten Erscheinungsweise bei cylinderähnlichen Körpern vor.

Wendet man schiefe Beleuchtung anstatt der centralen an, so erfolgt eine Verlegung des Lichtbildes: bei den wie Concavlinsen wirkenden Gebilden (Hohlräumen) erscheint bei niedriger Tubusstellung der Lichtpunkt auf der dem Spiegel abgewandten, der Schatten auf der demselben zugekehrten Seite des mikroskopischen Bildes; bei den Convexlinsen gleichenden (soliden) Körpern zeigt sich bei hoher Tubusstellung umgekehrt der Lichtpunkt auf der dem Spiegel zugekehrten, der Schatten auf der demselben abgewandten Seite. Bei cylinderförmigen Körpern tritt natürlich anstatt eines Lichtpunktes eine Lichtlinie auf.

Zeichnung mikroskopischer Bilder. Photographie.

Durch eine gute Abbildung die Beschreibung neuer oder ungewöhnlicher mikroskopischer Verhältnisse zu unterstützen sollte nie verabsäumt werden. Und zwar ist es höchst rathsam, dass dieselbe von dem Beobachter nach richtiger und allseitiger Untersuchung selbst angefertigt werde. Wird ein noch so geübter, aber im mikroskopischen Sehen unerfahrener Zeichner damit betraut, so liegt die Gefahr nahe, dass Irrthümer in der Beurtheilung der

[1]) Recht anschaulich und deutlich sind diese Verhältnisse dargestellt und durch Figuren erläutert in L. Dippel, das Mikroskop 1872. I. 355.

Grösse, Umrisse und Entfernung der Objecte entstehen, und dass trügerische Gesichtseindrücke abgebildet werden.

Die getreueste Abbildung, welche das Gesichtsfeld ohne Zuthat und Weglassung genau so reproducirt, wie es sich darstellt, kann keineswegs immer auch als die beste und wahrste gelten. Da es das Ergebniss der Beobachtung ist, was für Andere zur Darstellung gelangen soll, und dieses sich erst aus vielen aufeinanderfolgenden Eindrücken zu einem Ganzen vereinigt, so wird es in den meisten Fällen nicht genügen, nur dasjenige wiederzugeben, was sich bei einem bestimmten Focalabstande des Objects darbietet. Vielmehr soll alles das auch in dem einen Bilde hervortreten, was der Beobachter durch den fortwährenden Gebrauch der Mikrometerschraube sich successiv zur Anschauung bringt und durch stetigen Wechsel der Einstellung aus den einzelnen Wahrnehmungen zu einem Ganzen combinirt. Die mikroskopische Zeichnung muss die gewohnte körperliche Anschauungsweise so weit als möglich unterstützen und demgemäss auch die dieser entsprechenden Licht- und Schattenverhältnisse nicht ausser Acht lassen. Andererseits ist es sehr oft gerathen, dass die Zeichnung alles weglässt, was nicht wesentlich zu dem betreffenden Object gehört und dazu beitragen könnte, die wahre eigentliche Bedeutung des Abgebildeten zweifelhaft zu machen oder in ein unrichtiges Licht zu setzen. So die von unten heraufdringenden Schatten und auch die meisten der zufälligen unwesentlichen Details, deren Aufnahme in die Abbildung nur Verwirrung und Verundeutlichung erzeugen würde. Dadurch ist indessen nicht ausgeschlossen, dass es auch Fälle gibt, in denen die sorgfältigste Wiedergabe selbst der kleinsten Einzelheiten Pflicht ist. Ein kundiger und wahrheitsliebender Beobachter wird aber in den hierüber entstehenden Fragen wohl nur selten den richtigen Ausweg verfehlen.

Als Hülfsapparate zum Nachzeichnen, welche das mikroskopische Bild auf eine Papierfläche projiciren, dienen das Sömmering'sche Spiegelchen, das Nachet'sche und Oberhäuser'sche Zeichnenprisma und die Camera lucida. Vgl. über diese Vorrichtungen, die hier mit Bezug auf ihre Construction und Verwendung nicht näher erläutert werden können, z. B. Harting a. a. O. I. 186. III. 392; Dippel a. a. O. I. 228.

Man hat auch, zumal seitdem die mit Collodium bestrichene Glasplatte in Gebrauch ist, vielfach versucht, vermittelst der Photographie ein Bild der mikroskopischen Objecte zu erhalten und damit auch zum Theil ganz gute Erfolge erzielt. Sehr fraglich ist es aber, ob die photographische Abbildung jemals im Stande sein wird, einer gut und treu mit der Hand gefertigten Zeichnung den Vorrang streitig zu machen. Unweigerlich finden sich auf der erstern alle Details des Objects wieder, welche, weil sie die Deutlichkeit beeinträchtigen und nur verwirrend oder störend wirken, in der Zeichnung mit Recht weggelassen zu werden pflegen. Ferner gibt das

photographische Bild nur die Objecttheile einer bestimmten gerade in richtiger Entfernung befindlichen Ebene genau wieder, während ausserdem auch noch die andern, etwas höher oder tiefer liegenden Gegenstände mit ihren unwahr grossen, verzerrten oder nebelhaft umgrenzten Diffusionsbildern mit hineinschimmern. Gerade die übermässig treue Reproduction der einzelnen Objecte und Contouren, welche die Subjectivität des Beobachters völlig ausschliesst, gereicht der Photographie zum Nachtheil, der noch dadurch gesteigert werden kann, dass die Brechung des Lichts beim Durchgang durch die verschiedenen Medien Lichteffecte hervorruft, wodurch die Schattirungen der Dunkelheit sich noch um viele Töne dunkler darstellen, als sie das Auge durch das Mikroskop gewahrt, und als sie der Zeichner abbildet. Wenn aber auch als endgültige Abbildung die Photographie nur zweifelhaften Werth besitzen dürfte, so bedient man sich ihrer mit erheblichem Nutzen als genauer Grundlage zur Zeichnung, namentlich wo es sich um die Wiedergabe vieler und mühsamer Details handelt. [1])

Mikrochemische Reactionen.

Der Unterschied zwischen den mikrochemischen und makrochemischen Vornahmen beruht blos darin, dass es bei den erstern das bewaffnete Auge ist, welches die zu untersuchenden Objecte und die daran erfolgenden Veränderungen erkennt. Dadurch gestaltet sich allerdings der Kreis der zu einer solchen Prüfung tauglichen Gegenstände wesentlich enger, und andererseits ist eine grosse Menge von Instrumenten und Apparaten selbstredend ausgeschlossen. Die Probierröhrchen, Bechergläser, Kolben, Abdampfschaalen werden hier durch den gläsernen Objectträger oder durch ein kleines Uhrglas oder einen kleinen Glastrog ersetzt.

Speciellere Angaben über die möglichen mikrochemischen Reactionen, welche mit den Mineralien oder den Gemengtheilen eines Gesteins vorgenommen werden können, seien hier nicht zusammengestellt. Diejenigen, welche bis jetzt hin und wieder ausgeführt zu werden pflegen, sind so selbstverständlich und einfach, dass Jeder mit den Grundlehren der Chemie

---

1) Das beste Verfahren mikroskopische Bilder photographisch aufzunehmen scheint das von Vogel empfohlene zu sein. Das Mikroskop und eine photographische Camera mit einem simpeln achromatischen Objectiv (einer sog. Landschaftslinse) von ca. 4½" Brennweite werden so combinirt, dass die optischen Axen beider Instrumente zusammenfallen, und das Objectiv der Camera das Ocular des Mikroskops fast berührt. Darauf wird die Visirscheibe der Camera so weit ausgezogen, dass sie ungefähr 8½" von dem Objectiv entfernt ist und auf das Object mit Hülfe des Hohlspiegels am Mikroskop directes Sonnenlicht geworfen. Alsdann gewahrt man auf der Visirscheibe ein deutliches Bild des Objects, dessen scharfe Einstellung leicht bewerkstelligt werden kann, und welches directer photographischer Aufnahme fähig ist. (Zeitschr. d. d. geol. Ges. XV. 1863. 7). Vgl. auch Gerlach „die Photographie als Hülfsmittel der mikroskopischen Forschung Leipzig 1862" und Dippel, das Mikroskop I. 208.

Vertraute deren Beschreibung füglich entbehren kann. Ihre Zahl ist leider augenblicklich verhältnissmässig eng begrenzt, obschon diese Untersuchungsmethode einer beträchtlich grösseren Ausdehnung und Vervollkommnung sowohl fähig als werth erscheint. Vieles Verdienst würde der erwerben, welcher in dieser Richtuug neue Methoden kennen lehrte.

Das einfachste Verfahren besteht jedenfalls darin, auf das möglichst dünne und pellucide Schliffpräparat selbst chemische Reagentien einwirken zu lassen. Vermittelst einer Capillarpipette [1]) trägt man das Reagens auf den Schliff, welcher mit einer feinen Wasserschicht bedeckt wurde, um die durch das Fehlen des Deckgläschens verminderte Pellucidität einigermaassen zu erhöhen. Alsdann kann man mit dem Mikroskop, auf dessen Objectiv man zum Schutz ein dünnes Gläschen oder Glimmerblättchen geklebt hat, die Wirkung des Reagens verfolgen: beobachtbar ist so bei Zusatz von Salzsäure das Brausen der Carbonate, die Entfärbung mancher Substanzen durch Auflösung des Eisenoxydhydrats, das Gelatiniren, welches sich durch Verminderung der Pellucidität, Aufhören der Polarisationserscheinungen, ein schwammiges Aufblähen der Substanz und die Bildung eines schleimigen Kieselsäure-Ueberzugs zu erkennen gibt, ferner auch die Auflösung z. B. des Magneteisens. Mit Vortheil wird auch eine Erwärmung des Präparats vermittelst eines der heizbaren Objecttische vorgenommen. Sehr häufig werden die mikrochemischen Reactionen, welche man mit den verschiedenen Gemengtheilen eines zusammengesetzten Gesteins anstellen will, dadurch erschwert oder vereitelt, dass die einzelnen allzu dicht neben einander liegen und dass das Zersetzungsproduct, welches von dem einen geliefert wurde, Alles übrige verhüllt.

Die erhaltene Lösung kann man alsdann auch, nachdem sie mit einer Capillarpipette von dem Schliff abgehoben und auf ein kleines Uhrgläschen gebracht wurde, der quantitativen chemischen Analyse unterwerfen, welche freilich für die hier vorzugsweise in Frage kommenden Silicate von nicht sonderlich grossem Werth ist. Zum Zweck des Filtrirens hat Rosenbusch einen kleinen, auf dem Princip des Bunsenschen Luftdruck-Filters beruhenden Apparat construirt [2]). So einfach übrigens diese Vornahmen der Theorie nach sind, so schwierig ist ihre practische Durchführung. Und zur Vorsicht muss, wenn es sich nicht um eine isolirte Mineralsubstanz, sondern um einen einzelnen Bestandtheil eines zusammengesetzten Gesteins handelt, der Umstand mahnen, dass man nur selten mit genügender Sicherheit weiss, ob die erhaltene Lösung in der That bloss von der einen Substanz herstammt.

---

[1]) Vgl. noch über die anderweitige capillare Einwirkung von Reagentien, Harting das Mikroskop II. 158.

[2]) Neues Jahrb. f. Mineralogie 1871. 915.

Ein Verfahren, wodurch man sich wenigstens darüber Rechenschaft geben kann, ob einer der Gemengtheile eines zusammengesetzten Gesteins von Säuren unangreifbar oder darin löslich ist, empfiehlt sich von selbst und liefert ganz brauchbare Resultate. Man zerreibt das betreffende Gestein zu einem nicht allzufeinen Pulver, in welchem man dann mit dem Mikroskop die einzelnen Körner nach Farbe, Ansehen der Substanz, Polarisationsverhalten unterscheidet und auf Grund des vorangegangenen Studiums eines Dünnschliffs auf bestimmte Mineralien bezieht. Ein anderer Theil des Pulvers wird mit Salzsäure längere Zeit gekocht, von dem etwa dadurch gebildeten gallertartigen Kieselsäureschleim vermittelst kochender Kalilauge gereinigt und gut ausgewaschen. Bringt man dann die so geätzte Pulvermenge, welche man — wie früher das rohe Pulver — zweckmässig in Canadabalsam einrührt und mit einem Deckgläschen versieht, unter das Mikroskop, so deutet das Vorhandensein irgend eines Gemengtheiles natürlich an, dass derselbe durch Säure zersetzbar oder darin auflöslich ist, während alle noch unversehrt vorhandenen durch Salzsäure unangreifbar sind. Auf diese Weise lässt sich z. B. feststellen, dass die impelluciden schwarzen Körnchen in zahlreichen dunkeln kryptomeren Gesteinen, welche man gewöhnlich für Magneteisen hält, zum Theil Titaneisen sind, da sich eine ziemliche Menge derselben in dem genugsam mit Salzsäure behandelten Gesteinspulver wiederfindet. Magneteisen ist bekanntlich in dieser Säure löslich, Titaneisen unlöslich. Ein etwa aus Augit, Leucit, Nephelin und Magneteisen zusammengesetztes Gestein lässt nach dieser Behandlungsweise blos einen grünen aus Augitfragmenten bestehenden Sand zurück.

Für den in Rede stehenden Zweck erscheint diese Methode weitaus dienlicher als die Aetzung der Dünnschliffe selbst; erfolgt letztere vollständig, so dass alle angreifbaren Theile zersetzt werden, so löst sich das Präparat entweder von selbst oder dann völlig zerbröckelnd auseinander, wenn die alles verhüllende Kieselsäuregallerte weggeschafft werden soll; findet aber nur eine theilweise Aetzung statt, so ist die Unterscheidung der unzersetzbaren und zersetzbaren Gemengtheile höchst erschwert.



Zweiter Abschnitt.

Allgemeines über die mikroskopische Structur der Mineralien.

Die makroskopisch erkannten Structurverhältnisse der Mineralien finden sich bei diesen auch im mikroskopischen Maassstabe ausgeprägt und zwar hier in einer solchen Vollkommenheit, Schärfe und Manchfaltigkeit der Ausbildung, dass die Ermittelung der eigentlichen Mineralstructur nur mit Hülfe des Mikroskops gelingt, welches zugleich den Kreis der hierher gehörigen bekannten Erscheinungen durch zahlreiche neue erweitert.

In dem folgenden, die allgemeinen Beziehungen zusammenfassenden Abschnitt ist zunächst von dem Aufbau der Krystalle aus Schichten, Mikrolithen und verzwillingten Lamellen die Rede, woran sich kurz die Ergebnisse der Structur-Untersuchung durch Aetzmittel reihen. Die weiter angeführten Forschungen über die in Krystallen vorhandenen Einschlüsse fremder mikroskopischer Körper, welche entweder aus Flüssigkeit, aus Glasmasse und andern amorphen Partikeln oder aus Krystallen bestehen, sind von besonderer, auch genetischer Wichtigkeit; an die Besprechung dieser Gebilde schliesst sich die über die Hohlräume in den Krystallen. Der Gestaltung und Aggregationsweise der mikroskopischen Individuen, den Mikrolithen und Krystalliten ist ein fernerer Theil dieses Abschnittes gewidmet, dessen Schluss sich auf die Vergleichung zwischen dem ursprünglichen und umgewandelten Zustand der Mineralien bezieht, soweit der Vorgang der molecularen Veränderung sich mit dem Mikroskop erforschen lässt.

1) Aufbau der Krystalle aus Schichten.

Die schaalige Zusammensetzung der Krystalle, welche z. B. manche grosse Individuen von Wolframit, Epidot, Quarz, Vesuvian, Schwerspath makroskopisch aufweisen, findet sich im minutiösesten Detail bei vielen unter dem Mikroskop wieder. Zahlreiche Krystalle, mögen sie als Gemeng-



theile von Felsarten oder als mehr selbständige Gebilde auftreten, lehren in ihren Durchschnitten auf überaus deutliche Weise diesen regelmässigen Aufbau kennen, indem sie sich aus einzelnen in einander geschachtelten Zonen oder Schichten bestehend erweisen, welche einander zwiebel-

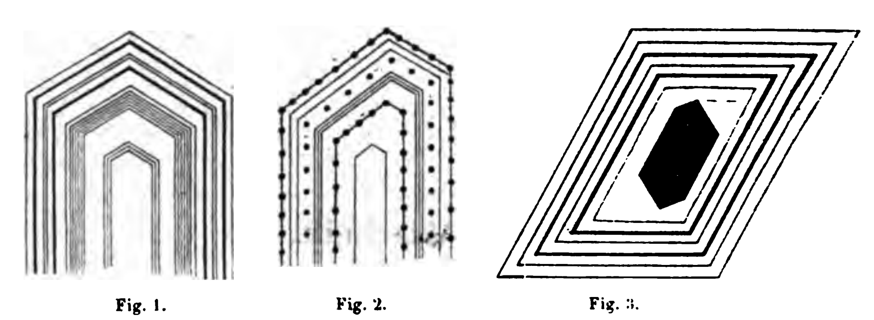


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

ähnlich umhüllen (Fig. 1); so u. a. Augite, Hornblenden, Feldspathe, Granaten, Leucite. Da die nach verschiedenen Richtungen geführten Schnitte dieselbe Erscheinung darbieten, so beherrscht dieselbe also gleichmässig den ganzen Krystall. Bisweilen gewahrt man blos gleichgefärbte rahmenartige Zonen, z. B. bei Feldspathen, Leuciten; bisweilen aber kommt, um diese Structur noch offenbarer zu machen, eine mehr oder weniger scharf abstechende Farbenverschiedenheit der einzelnen Schichten oder Complexe von mehreren auf einander folgenden Schichten hinzu. So wechseln bei den Hornblenden oft grasgrüne und dunkler grüne, bei den Augiten lichtbräunlichgelbe und dunkler gelblichbraune Zonen vielfach mit einander ab. Der Kern solcher Krystalle ist sehr häufig compact, nicht schaalig beschaffen. Derart fein fallen manchmal die einzelnen zusammensetzenden Lagen aus, dass sie nur wenige tausendstel Mm. in der Dicke messen: an millimetergrossen Augitdurchschnitten sind mitunter über hundert Schichten zu zählen.

Im Allgemeinen beobachtet man die durch den Zonenbau erzeugte Streifung besser im gewöhnlichen als im polarisirten Licht. Da die Krystallaxen für alle aufeinander folgenden Schichten des Krystalls dieselbe Lage haben, so kann es natürlich hier zwischen den Nicols nicht zu einer solchen bunten Lineatur kommen, wie man sie z. B. an den anscheinend ähnlich gestreiften Feldspath-Viellingen zu sehen gewohnt ist.

Derartige Krystalle sind also durch fortwährende Umlagerung, welche aber gewissermaassen ruckweise und mit Intervallen erfolgte, zu ihrer jetzigen Grösse gewachsen; jede schaalenartige Umhüllung entspricht einer Bildungsperiode und die Flächen zwischen je zwei derselben bezeichnen die Intermittenzen des Wachsthumsactes.

Der Schaalenaufbau tritt mitunter in den Dünnschliffen dadurch noch besser hervor, dass auf der Grenze zwischen gewissen der einzelnen verschiedenfarbigen Zonen linienartig aneinandergereihte fremde Körperchen

gewöhnlich in Form von Körnchen oder Nädelchen einherziehen, welche sich also auf der einstmaligen Oberfläche des dann durch Umhüllung weiter gewachsenen Krystalls abgesetzt haben (Fig. 2). Weiter unten findet sich angedeutet, wie diese Einlagerung fremdartiger Gebilde oft auch auf ein Wachsthum des Krystalls durch Schaalen-Umhüllung verweist, ohne dass nebenbei bestimmt abgegrenzte Zonen seiner eigenen Substanz ersichtlich wären.

Während die einzelnen Schichten gewöhnlich einen unter einander und mit den Contouren des ganzen Krystalls parallelen Verlauf haben, gewahrt man hin und wieder auch wohl einen anders begrenzten Kern, dessen Kanten und Ecken beim fortschreitenden Wachsthum den krystallographischen Gesetzen entsprechend, durch Flächen ersetzt wurden und umgekehrt[1]) (Fig. 3). Mehrfach findet sich diese Ausbildung z. B. bei den Augiten in den Laven vom Herchenberg und von Niedermendig am Laacher See, vom Scharteberg bei Kirchweiler in der Eifel[2]); Bütschly beobachtete sie an Augiten der Aetnalaven und des Dolerits von Limburg am Kaiserstuhl[3]). Die Vergrösserung des Krystalls erfolgt aus einer geschmolzenen Masse eben nicht anders, als da wo er in einer Mutterlauge liegend wächst; bei der letztern Bildungsweise kann man bekanntlich so beschaffene Krystalle künstlich erzeugen.

2) Aufbau der Krystalle aus Mikrolithen.

Manche Gemengtheile von Felsarten, welche vielleicht auf den ersten Blick so aussehen, als ob sie einheitliche Individuen darstellten, geben sich bei näherer Betrachtung u. d. M. als aus zahlreichen nadelförmigen Gebilden derselben Art zusammengefügt zu erkennen. Diese dünnen, gewöhnlich an den Enden abgerundeten längern oder kürzern Nädelchen, die später zu erwähnenden sog. Mikrolithen, sind in paralleler Stellung auf solche Weise unmittelbar neben einander aggregirt, dass ihre Vereinigung die Contouren des betreffenden Krystalls, welchem sie ihrer chemischen Natur nach angehören, ziemlich deutlich oder roher wiedergibt. Diese Structur wird gewöhnlich dadurch noch besonders offenbar, dass der Rand der Durchschnitte nicht, wie es bei einem einheitlichen Individuum der Fall, scharf gezogen ist; bald stehen nämlich hier einzelne der Nadeln oder Büschel derselben von grösserer Länge hervor, bald finden sich einspringende Buchten, wo die zu kurzen Nädelchen nicht hinreichten, um die

[1]) Makroskopisch beschreibt diese Ausbildungsweise z. B. K. Peters bei den Schwerspathkrystallen von Schemnitz, Neues Jahrb. f. Mineral. 1861. 661.

[2]) F. Z. Basaltgesteine 1870. 23.

[3]) Neues Jahrb. f. Mineral. 1867. 700.



äussere Schnittlinie des Krystalls hervorzubringen (Fig. 4 a). Dadurch kann es geschehen, dass der Rand solcher Aggregate ganz zerfasert aussieht. Bisweilen beobachtet man, dass ein solches Krystallgebilde sammt seiner Umgebung verfestigt wurde, bevor die dafür zu verwendenden nadelförmigen Mikrolithen ihre betreffende Stelle eingenommen hatten; letztere sind daher in der Anlagerung begriffen, haben aber in diesem Vorgang eine förmliche Hemmung erfahren (Fig. 4 b).

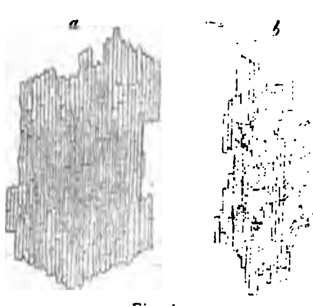
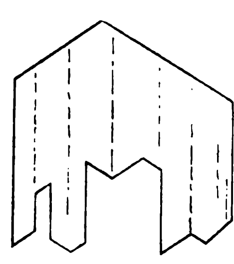


Fig. 4.

Insbesondere sind es z. B. Feldspathe in den Trachyten, Hornblenden der Phonolithe und Diorite, welche diesen Aufbau aus hunderten von einzelnen Nädelchen aufweisen. Makroskopisch ist mit dieser Erscheinung diejenige analog, dass grössere Flussspathoktaëder aus lauter kleinen Würfelchen, Rhomboëder und Skalenoëder von Kalkspath aus Rhomboëderchen zusammengefügt sind.

Eine ähnliche Zusammensetzung grösserer Krystalle aus einzelnen individualisirten K ö r n e r n derselben Substanz ist bis jetzt in einigem Regelmaass wohl nur bei etlichen Leuciten beobachtet worden, welche aus einem Haufwerk ikositetraëderähnlicher Körner bestehen, dessen Durchschnitt die Leucitform darstellt. (vgl. Leucit).


Fig. 5.

Anhangsweise mag hier der in einem gewissen Sinne verwandten, mikroskopischen Krystallvorkommnisse gedacht werden, bei welchen das eine Ende einem einzigen Individuum anzugehören scheint, während das andere eine Aggregation mehrerer kleinerer darbietet (Fig. 5), eine Ausbildung, welche an die Endigung mancher Bergkrystalle oder Kalkspath-Skalenoëder erinnert. Derartige Krystalle, welche z. B. bei dem Augit beobachtet wurden, dürfen nicht mit zerbrochenen Individuen verwechselt werden.

3) Aufbau der Krystalle aus verzwillingten Lamellen.

Unsere Kenntniss von den Zwillingsbildungen im Mineralreich kann durch das Mikroskop nicht unerheblich gefördert werden. Das fast grenzenlose Detail der polysynthetischen Zwillingszusammensetzung tritt sowohl für die grössern als für die allerwinzigsten Krystalle nirgends so gut wie in den Dünnschliffen hervor, welche daneben manchen Aufschluss über die feinere speciellere Bauweise der Zwillinge ertheilen, und mit denen es gelingen mag, neue bisher noch nicht makroskopisch bekannte Zwillingsgesetze aufzudecken.



Zum Studium der mikroskopischen Zwillingsverhältnisse sollte man sich stets des polarisirten Lichts bedienen. Denn wenn auch zwar häufig schon im gewöhnlichen Licht die Zwillingsgrenze als eine mehr oder weniger feine Naht hervortritt, so erscheint, um die gegenseitige Abgrenzung unübertrefflich vollkommen zu machen, im polarisirten jedes einzelne verzwillingte doppeltbrechende Individuum, und sei es noch so fein und zart, vermöge der divergirenden Lage seiner optischen Axen mit einer von seinen Nachbarn abweichenden Farbe ausgestattet. Da wo sehr zahlreiche und dünne Lamellen mit einander polysynthetisch verzwillingt sind, entsteht auf diese Weise bei den Dünnschliffen, welche die Zusammenwachsungsfläche unter irgend einem Winkel schneiden, eine ausgezeichnete, bunte Lineatur von verschiedenfarbigen parallelen Bändern, Streifen oder Strichen, von denen ein jeder bei der Drehung des Nicols um 90° seine oft lebhafte brennende Farbe in die complementäre wechselt — Gebilde, welche würdig wären, unter jene Präparate aufgenommen zu werden, die den herrlichen Farbenzauber polarisirender Gegenstände zur Anschauung bringen sollen.

So ist es z. B. der Fall bei den Kalkspathkörnern der krystallinischen Marmore, welche gar häufig aus zahlreichen nach $-\frac{1}{2}R$ verwachsenen Lamellen zusammengesetzt sind, so insbesondere ferner bei den triklinen Feldspathen der verschiedenen Felsarten, deren prachtvollem Anblick man bei den Gesteinsuntersuchungen auf Schritt und Tritt begegnet; ihr Bestand aus verschiedenfarbigen lamellaren Individuen gibt ein vorzügliches Merkmal ab zur Unterscheidung von dem monoklinen Orthoklas. So nicht minder bei dem Rubin und dem Leucit. Genaueres über die mikroskopischen Verhältnisse der Zwillingsbildung bei den einzelnen Mineralien findet sich im Anschluss an diese angeführt.

4) Untersuchung der Structur durch Aetzmittel.

Den Untersuchungen von Leydolt verdanken wir die Entdeckung der merkwürdigen Eigenschaft krystallisirter Körper, dass, wenn dieselben der Einwirkung einer langsam lösenden Flüssigkeit ausgesetzt werden, auf ihren natürlichen oder künstlich erzeugten Flächen zahlreiche regelmässige kleine Vertiefungen entstehen, welche ihrer Gestalt und Lage nach ganz genau der Krystallreihe entsprechen, in die der Körper selbst gehört. Diese Vertiefungen sind, soweit das Mineral ein ganz einfaches ist, gleich und in einer parallelen Stellung, dagegen bei jeder regelmässigen oder unregelmässigen Zusammensetzung verschieden gelagert. Zur Erleichterung der Untersuchung bestrich Leydolt die Oberfläche der geätzten Platten mit einer Lösung von Hausenblase, die nach dem Eintrocknen eine ganz dünne hautähnliche Lage zurücklässt, welche die feinsten Erhabenheiten und Vertiefungen im Abdruck aufgenommen hat und dann für sich im auffallenden

oder durchfallenden Licht u. d. M. selbst bei sehr starken Vergrösserungen betrachtet werden kann[1].

Bei den Quarzkrystallen, an welchen auch durch Wegätzung von Kanten gewisse neue Flächen entstehen, werden durch Behandlung mit mässig verdünnter Flusssäure sowohl auf den ursprünglichen Pyramidenflächen als namentlich auf der Oberfläche von senkrecht auf die Axe geschnittenen Krystallplättchen regelmässige Vertiefungen hervorgerufen, welche so klein sind und so nahe bei einander liegen, dass dadurch die ganze Platte etwas rauh erscheint; dieselben entsprechen theils einer dreiflächigen, gleichwinkeligen und gleichkantigen Ecke ohne alle andern Seitenflächen, theils einer Combination von einer solchen Ecke mit drei gewundenen seitlich angesetzten Flächen. Die Flächen dieser dreiseitigen Vertiefungen und die damit verbundenen Combinationsflächen sind glänzend, haben eine regelmässige Lage gegen die Flächen des sechsseitigen Prismas und reflectiren daher das Licht auf eine ganz bestimmte Weise. Wie man aus der Beschaffenheit und Lage der oberflächlichen mikroskopischen Concavitäten den rechts- und linksdrehenden Charakter der Quarze erkennt und ferner aus diesen Aetzversuchen gewahrt, dass die Krystalle meistens aus den im rhomboëdrischen System vorkommenden Hälften manchfaltig zusammengesetzte Zwillinge sind, darüber muss auf die ausführlichen und interessevollen Mittheilungen Leydolts[2]) verwiesen werden, da eine Wiedergabe der zum Verständniss nothwendigen Tafeln nicht thunlich ist.

Fernere Untersuchungen Leydolts bezogen sich auf die Aragonitkrystalle[3]): auch hier erscheinen auf den senkrecht zur Hauptaxe geschnittenen Plättchen, nachdem dieselben einer schwachen Säure ausgesetzt waren, die regelmässigen Vertiefungsgestalten. Da diese Gestalten in jedem Individuum der polysynthetisch zusammengesetzten Krystalle eine unter sich parallele und vollkommen bestimmte Lage haben, welche von der verschieden ist, die dergleichen Vertiefungen in jedem anders gelagerten benachbarten Individuum einnehmen, so wird bei schief auffallendem Licht die Zusammen-

---

[1] Man löst eine gute Sorte Hausenblase durch längeres Kochen im Wasser auf und filtrirt die Lösung durch feine Leinwand. Die Plättchen werden am besten zuerst mit einer Flüssigkeit, bestehend aus 3 Th. Wasser und 1 Th. Ochsengalle bestrichen; nachdem die letztere trocken geworden, trägt man die noch etwas warme Hausenblasen-Lösung mit einem Haarpinsel auf die Fläche auf, so dass dieselbe ganz bedeckt ist, und fügt dann noch eine geringe Quantität hinzu, bis eine convexe Oberfläche entsteht, damit die Haut beim Eintrocknen nicht zu dünn ausfällt. Nach ungefähr 12—16 Stunden ist die Hausenblase trocken; alsdann wird dieselbe mit einem Messer vom Rande aus sorgfältig abgelöst und zwischen einem Objectträger und Deckgläschen für mikroskopische Untersuchungen aufbewahrt.

[2] Sitzungsber. d. Wiener Akad. XV. 1855. 59.

[3] Sitzungsber. d. Wiener Akad. XIX. 1856. 10.



setzung selbst sichtbar, indem die einzelnen Individuen und ihre entsprechenden Theile durch die verschiedene Reflexion des Lichtes mehr matt oder glänzend erscheinen und ihre Grenzen sich wohl hervorheben. Bei stärkerer Vergrösserung kann man die Vertiefungsgestalten selbst und die Verhältnisse der kleinen regelmässigen derselben an den Grenzen der Individuen mit aller Schärfe ermitteln. Die Plättchen von durchsichtigen Krystallen mag man unmittelbar unter das Mikroskop bringen, bei undurchsichtigen ist es nothwendig, sich den oben beschriebenen Abguss von Hausenblase anzufertigen. Die Details auch dieser Resultate Leydolts sind ohne die mitgetheilten trefflichen Zeichnungen nicht wohl wiederzugeben. Die zusammensetzenden verzwillingten Lamellen erreichen oft eine solche Dünne, dass ihrer 1000 auf eine Wiener Linie gehen. Leydolt zog aus seinen Beobachtungen den Schluss, dass die Gestalten, welche den Vertiefungen entsprechen, den kleinsten regelmässigen Körpern zukommen, aus denen man sich den Krystall zusammengesetzt denken kann. J. Hirschwald stimmte dieser Ansicht nicht zu und versuchte die Erscheinungen aus dem natürlichen Wachsthum der Krystalle ohne Herbeiziehung der atomistischen Anschauung zu erklären. Dreieckige Vertiefungen von rhomboëdrischem Charakter entstehen auf den Dihexaëderflächen des Quarzes nothwendigerweise dadurch, dass die Krystalle nach dem Protoprisma oder Deuteroprisma oder nach beiden zusammen verwachsen. Werden nun während des Wachsthums die so gebildeten Lücken durch kleine Quarzindividuen ausgefüllt, so sollen sich diese bei der Behandlung mit verdünnter Flusssäure am schnellsten lösen, weil ihr Zusammenhang in sich und mit dem Hauptkrystall jedenfalls kein so inniger sei wie derjenige in dem letztern selbst [1].

Früher schon hatte Leydolt seine Aetzversuche an einem in der That nicht homogenen Mineral, dem Achat angestellt [2]. Bei angeschliffenen Achaten, welche längere Zeit verdünnter wässeriger Flusssäure ausgesetzt waren, blieben viele der concentrischen Streifen derselben ganz unverändert, während die andern, bedeutend von der Säure aufgelöst, als Vertiefungen zwischen den unangegriffenen erschienen. Die erstern Schichten sind krystallisirter und krystallinischer Quarz, die letztern von amorpher Beschaffenheit, enthalten, wie Leydolt auf Grund zweier Analysen vermuthet, neben der Kieselsäure etwas kohlensauren Kalk und Eisenoxyd. Bei vielen namentlich chalcedonartigen Vorkommnissen gewahrt man die schaalige Zusammensetzung erst nach der Aetzung. Mit grösster Leichtigkeit kann ein so geätzter Körper abgedruckt und eine solche Abbildung verviel-

1) Poggendorffs Annalen Bd. 137. S. 548. Vgl. auch Baumhauer's Versuche ebendas. Bd. 138. 563; Bd. 139. 349; Bd. 140. 271.

2) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1851. 2. Heft. 124.

fältigt werden; man erhält dadurch eine ganz naturgetreue Zeichnung, welche die verschiedene Zusammensetzung mit höchster Genauigkeit darstellt, und an der man nur mit oft bedeutender Vergrösserung das ausserordentlich feine Detail der Structur wahrzunehmen im Stande ist.

Bei den unveränderten, reinen, homogenen Krystallen sind etwa zusammensetzende kleinere Theilchen mit dem Mikroskop auch bei stärkster Vergrösserung nicht zu gewahren. Auf unrichtigem Wege der Beobachtung befand sich Ehrenberg 1836, als er nach Entdeckung des organogenen Ursprungs von Polirschiefer, Kieselguhr u. s. w. den Ausspruch that: „Es gibt für Mineralogie in einem gewissen, aber ja nicht misszuverstehenden Sinne charakteristische, sichtbare Elementartheile der Körper, welche mit den Elementarfasern des Thierkörpers und den Elementarzellen des Pflanzenkörpers vergleichbar erscheinen. Diese Elementartheile sind keineswegs jene vielbesprochenen Atome und sind es so wenig, als Pflanzenzellen Atome der Pflanzen sind. Die unter bestimmten Gesetzen vereinigten, gleichsam polarisirten Elementartheile der Mineralien bilden regelmässige und feste anorganische Formen, deren complicirteste vielleicht die facettirten Krystalle sind. Aller Quarz, auch der wahre Krystall, zeigt u. d. M. in seinen feinsten Fragmenten dicht aneinandergedrängte kleine Kügelchen, welche bis $\frac{1}{2000}$ Linie im Durchmesser haben und sehr gleichförmig sind.“ [1]

Zu diesem Irrthum in der Beobachtung, welcher glücklicherweise ohne weitern Einfluss auf theoretische Ansichen über den Krystallaufbau geblieben ist, wurde Ehrenberg vielleicht dadurch geführt, dass er gerade vorher Gebilde wie Steinmark, Thon, Kreide untersucht hatte, deren Structur freilich von derjenigen krystallisirter und krystallinischer Medien vollständig abweicht. Die sich nicht bestätigende Angabe, dass Mineralien wie Feldspath und Quarz aus kleinen Kügelchen zusammengesetzt sind, welche oft reihenweise an einander liegen, wurde mit den Wahrnehmungen von H. Fr. Link in Einklang zu bringen gesucht, dass alle Niederschläge, sie mögen in Krystalle übergehen oder nicht, zuerst aus mikroskopischen plastischen und kugelförmigen Körperchen bestehen, welche nicht die Krystallgestalt besitzen, die der Körper als solcher nachher zuweilen annimmt, und dass erst nachdem diese Kügelchen in grössern Massen zusammengegangen sind, die eigenthümliche Krystallisationskraft erweckt werde, wodurch ein symmetrischer, starrer Körper entsteht [2].

Durch Vorstehendes ist es übrigens selbstredend nicht ausgeschlossen, dass amorphe oder zur Krystallisation unfähige Substanzen — z. B. Opale,

---

1) Poggendorffs Annalen Bd. 39. (1836) 102.

2) Ebendas. Bd. 46. 238.

Feuerstein, Chalcedon, Jaspis — wie dies mitunter in der That der Fall ist, bei sehr starker Vergrösserung sich als ein Aggregat von primitiven rundlichen Körperchen zu erkennen geben.

5) Mikroskopische fremde Einschlüsse in den Krystallen.

a) Flüssigkeitseinschlüsse.

Mit freiem Auge sichtbare Einschlüssse einer Flüssigkeit sind u. A. in vielen Quarzen und Amethysten von Schemnitz, vom St. Gotthardt, in manchen Steinsalzen, Gypsen, Flussspathen nicht eben selten und längst bekannt. Die eingehüllte Flüssigkeit sitzt in einem Hohlraume, und da sich gewöhnlich nebenbei noch ein Bläschen, eine Libelle findet, so sieht man sie beim Neigen der Stücke wie diejenige einer Wasserwage hin und herlaufen.[1] Auch nachdem David Brewster nachgewiesen, dass solche Höhlungen mit Flüssigkeiten sich gleichfalls in mikroskopischer Kleinheit in manchen andern Mineralien (z. B. Smaragd, Beryll, Chrysoberyll, Chrysolith, Feldspath, Topas, Sapphir) finden, glaubte man noch, dass dieselben nur in ausgebildeten Krystallen und in diesen nur spärlich und zufällig vorkommen. Erst durch Henry Clifton Sorby wurden (1858) diese Beobachtungen über die Verbreitung mikroskopischer Flüssigkeitseinschlüsse weiter ausgedehnt, verallgemeinert und zugleich auf zwei ganz neue Gebiete gelenkt, indem einerseits die künstlich gebildeten Krystalle in dieser Rücksicht einer eingehenden Untersuchung unterworfen wurden, und andererseits die als Gemengtheile von Gesteinen auftretenden Mineralien eine Prüfung erfuhren, wobei er alsdann die beiderseitigen Resultate in scharfsinniger Weise mit einander zu vergleichen suchte.

Wenn diese anfänglichen Erfahrungen auch zu dem Glauben verleiten konnten, dass gleichfalls der Gehalt an mikroskopischen Flüssigkeitseinschlüssen eine Eigenthümlichkeit nur weniger Mineralien sei, so haben sich doch in den letzten Jahren die Nachweise über ihre Verbreitung so vervielfacht, dass es im Gegensatz zu unsern frühern Anschauungen immer wahrscheinlicher wird, dass eine jede Mineralsubstanz unter den erforderlichen genetischen Bedingungen tauglich ist, liquide Einschlüsse und zwar selbst in reichlicher Anzahl in sich aufzunehmen.

Auch für unsere Betrachtungen wird es sich empfehlen, zuvörderst einen Blick auf die Beschaffenheit und Entstehungsweise der Flüssigkeits-

---

[1] Eine vollständige Zusammenstellung alles dessen, was über makroskopische Einschlüsse von Flüssigkeit in Mineralien bekannt geworden ist, gab E. Söchting in der Zeitschr. für die ges. Naturwissenschaften XIII. 1859. 417. Vgl. auch die von der Haarlemer Société der Wissenschaften i. J. 1853 gekrönten Preisschriften: Blum, Leonhard, Seyfert und Söchting, die Einschlüsse von Mineralien in krystallisirten Mineralien. Haarlem 1854.

einschlüsse in den künstlich aus einer Solution gebildeten Krystallen zu werfen, wobei zum Theil die Feststellungen von H. C. Sorby als Anhaltspunkte dienen.[1])

Verdunstet eine Chlorkaliumlösung bei kühlem feuchtem Wetter langsam, so bilden sich Krystalle, welche oft im Centrum einen viereckigen Fleck besitzen, der weiss im reflectirten, schwarz im transmittirten Licht ist, während die übrige Krystallmasse klar und pellucid aussieht. Bei stärkerer Vergrösserung beobachtet man, dass die opake Beschaffenheit des centralen Theiles von einer ungeheuren Anzahl winziger Hohlräume herrührt, welche mit derjenigen Flüssigkeit ganz angefüllt sind, aus der sich die Krystalle absetzten. Da diese eine geringere Brechung besitzt als die Krystallsubstanz, so muss der Inhalt das Licht reflectiren und stark brechen und erscheint, wie die Luftblasen in dem Wasser einer Cascade, weiss im auffallenden, dunkel und opak im durchfallenden Licht.

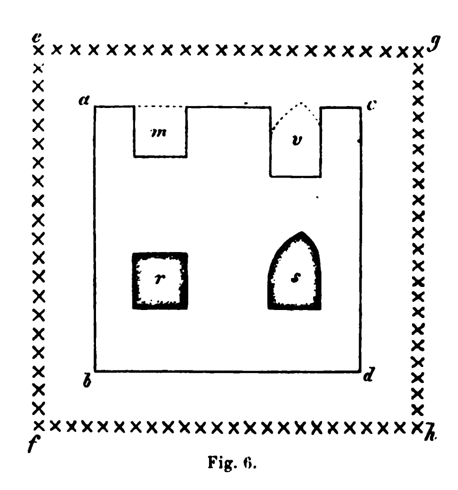


Fig. 6.

Die Art und Weise, wie die Flüssigkeit überhaupt zum Einschluss gelangt, ist ein rein mechanischer Act und verläuft auf folgende Weise: In Fig. 6 stellen die ausgezogenen Linien *a b c d* einen wachsenden Kochsalzwürfel dar, die aus Kreuzchen bestehenden Linien *e f g h* begrenzen die darum befindliche concentrirte Lösung des Salzes; vermöge des unregelmässigen Wachsthums des Krystalls werden sich an der Oberfläche zahlreiche würfelähnliche Vertiefungen, z. B. *m* und *v* bilden, in welche die Lauge hineinragt. Wenn nun bei der fernern Vergrösserung des Krystalls sich eine Salzkruste über der Vertiefung *m* parallel mit deren Boden absetzt, wie es die punktirte Linie angibt, so wird ein Theil der Flüssigkeit eingehüllt, und es entsteht ein Einschluss wie der in einem frühern Stadium des Wachsthums gebildete mit Lauge erfüllte Hohlraum *r*; geht dagegen der Salzabsatz unregelmässig vor sich, etwa entsprechend der über der Vertiefung *v* punktirten Linie, so entsteht ein irregulär begrenzter Flüssigkeitseinschluss wie der frühere *s*. Sind die Flüssigkeitseinschlüsse tief, so besitzen sie eine breite dunkle Umgrenzungs-

[1]) Quart. journ. of geol. soc. XIV. 1858. 455 ff. Die Flüssigkeitseinschlüsse werden darin als fluid cavities bezeichnet, ein Ausdruck, der mehr das genetische Moment als die formale Erscheinungsweise berücksichtigt; die früher einmal üblich gewesene Uebersetzung Flüssigkeitsporen ist mit Recht in den Hintergrund getreten.



linie, sind sie flach und niedrig, so erscheinen sie von einer nur schmalen und feinen Linie umgrenzt.

Entstehen dagegen solche Krystalle bei höherer Temperatur, so zieht sich natürlicherweise bei der darauf erfolgenden Abkühlung die eingeschlossene Flüssigkeit zusammen, und es bildet sich eine Libelle aus (Fig. 7), gerade so wie heisses in eine Glasröhre eingeschlossenes Wasser bei der Erkaltung einen leeren Raum, wie ein Luftbläschen erhält. Um dies zu zeigen ist nichts geeigneter als das gewöhnliche Kochsalz.

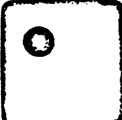


Fig. 7.

Sind die eingeschalteten Mutterlauge-Partikel gross, so bewegt sich das Bläschen, wenn der Krystall gedreht wird, darin hin und her; in den kleinern aber kann dadurch eine Bewegung nicht hervorgerufen werden. Bleibt das Präparat in Ruhe, so wird auch an den Bläschen der grössern flüssigen Einschlüsse keine Spur von Bewegung beobachtet, in den sehr kleinen mikroskopischen aber verändern selbst bei festliegendem Präparat die Bläschen oftmals freiwillig ihre Stelle: bald zittern sie nur ganz unscheinbar in der Flüssigkeit, bald wackeln sie darin langsam von einem Ort zum andern, bald tanzen und wirbeln sie in grösster Unruhe darin wie ein belebtes Wesen nach allen Seiten umher[1]).

Die Eigenthümlichkeiten der Flüssigkeitseinschlüsse, welche entstehen, wenn Krystalle sich aus einer Lösung ausscheiden, die noch ein anderes Salz enthält, kann man vortrefflich beobachten, wenn man Kochsalz aus einer Lösung von saurem chromsaurem Kali krystallisiren lässt. Die mit dem Bichromat bei gewöhnlicher Temperatur gesättigte Lösung ist von tiefgelber Farbe, und die Hohlräume, welche dann in den Kochsalzkrystallen entstehen, sind gänzlich mit dieser gelben Flüssigkeit angefüllt, wodurch die Krystalle selbst gelb erscheinen. Scheiden sich aber die Kochsalzkrystalle in der Temperatur des siedenden Wassers aus einer Lösung aus, welche mehr von dem chromsauren Kali enthält, als bei gewöhnlicher Temperatur gelöst bleiben kann, so setzen sich im Innern der liquiden Einschlüsse kleine Krystalle von der tiefrothen Farbe jenes Salzes ab (Fig. 8). Es ist indessen bemerkenswerth, dass viele der kleinern Höhlungen nach der Abkühlung Monate lang mit der tief gelben Flüssigkeit gefüllt bleiben, ohne dass sich Krystalle daraus absetzen: Die Fähigkeit solcher winziger Hohl-

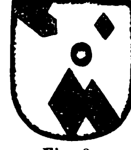


Fig. 8.

[1]) Man ist leicht geneigt, die Geschwindigkeit der Bewegung (ähnlich wie diejenige lebender Diatomeen) zu überschätzen, indem man nicht bedenkt, dass dieselbe sich in dem Maasse vergrössert, als die Vergrösserung des Mikroskops sich erhöht. Bewegungen, welche in Wirklichkeit höchst geringfügig sind, scheinen bei einer Vergrösserung von 500 schon mit rasender Schnelligkeit ausgeführt zu werden; die thatsächliche Geschwindigkeit wird auch hier durch Vergleichung des wirklich durchmessenen mikrometrisch zu ermittelnden Weges und der dazu beanspruchten Zeit festgestellt.

räume, mehr von dem Bichromat in Lösung zu behalten, als in grösseren Mengen bei gewöhnlicher Temperatur gelöst bleiben kann, und so den Absatz der Krystalle zu verhindern, scheint etwas ähnliches zu sein wie die von Percy und Sorby beobachtete Erscheinung, dass in kleinen Röhrchen das Wasser bei einer Temperatur nicht gefriert, bei welcher dies in weitern und grössern Röhren sofort von Statten geht. Ist die Lösung bei 100° C. sowohl mit Kochsalz als mit dem Bichromat gesättigt, so dass bei langsamer Verdunstung während jener Temperatur Krystalle beider Salze sich absetzen, so schliesst das Kochsalz einige kleine Krystalle des Bichromats ein. Nimmt man anstatt doppelt chromsaurem Kali Chlorkalium, so setzen sich kleine cubische oder rectanguläre Krystalle im Innern der Mutterlauge-Partikel des Kochsalzes ab, und in allen Fällen waren ihre Kanten parallel den rechtwinkeligen Flächen des Hohlraums.

Diese Experimente Sorby's zeigen, dass wenn Krystalle in einer höhern Temperatur gebildet werden, sich dies zu erkennen gibt durch die Contraction der in den Hohlräumen eingeschlossenen Flüssigkeit, welche ein Bläschen hervorbringt, sowie auch mitunter durch den innerhalb dieser Flüssigkeit vor sich gehenden Absatz von Krystallen, welche bei niederer Temperatur darin nicht gelöst bleiben können. Hängt das Maass der Contraction der eingehüllten Flüssigkeit in der That von der Höhe der Temperatur ab, von welcher aus die Abkühlung begann, dann muss — wie Sorby schliesst — die relative Grösse der Libelle anzeigen, um wie viel die Temperatur, bei welcher der Krystall gebildet wurde, diejenige überstieg, bei welcher er untersucht wird. An einem spätern Orte wird es sich indessen ergeben, dass verschiedene Thatsachen gegen diese Folgerung Einsprache erheben.

Mikroskopische Flüssigkeitseinschlüsse finden sich gleichfalls z. B. in künstlichen Krystallen von salpetersaurem Kali, saurem oxalsaurem Ammoniak, in schwefelsaurem Zinkoxyd. In einigen Substanzen erscheinen dieselben auch in der Form von Röhren oft von unregelmässig abwechselnder Weite und Zweige von kleinern schmalern Poren aussendend, z. B. in Alaun.

Bisweilen entsteht, wenn zugleich mit der Flüssigkeit kleine Antheile von Luft eingeschlossen werden, ein unverhältnissmässig grosses Bläschen, ein Umstand, der an sich schon zur Vorsicht bei der Anwendung der eben angeführten Schlussfolgerung Sorby's mahnen sollte.

Mitunter werden auch zugleich mit den Flüssigkeitseinschlüssen in diesen Krystallen kleine Höhlungen erzeugt, welche lediglich mit Luft angefüllt sind. Der Unterschied zwischen den Luft und den eine Flüssigkeit enthaltenden Poren ist sehr beträchtlich. Indem die brechende Kraft des Liquidums nicht allzu verschieden ist von derjenigen der Krystallmasse, sind die damit angefüllten Höhlungen beinahe unsichtbar im reflectirten

und zeigen nur einen verhältnissmässig schmalen Rand im durchfallenden Licht, während, da das Brechungsvermögen der Luft so viel geringer ist, die Hohlräume, welche dieselbe enthalten, im reflectirten Licht glänzend scheinen und im durchfallenden einen sehr breiten und dunkeln Aussenrand aufweisen.

Werden solche, künstlich aus Lösungen gebildeten Krystalle eine Zeit lang der trockenen Luft ausgesetzt, so scheint es mitunter, dass einzelne der Mutterlauge-Partikel nicht vollkommen genug abgeschlossen seien, um das gelinde Entweichen des Liquidums aus ihnen zu verhindern; es stellen sich nämlich, z. B. beim Alaun in den ursprünglich bei gewöhnlicher Temperatur gänzlich angefüllten Hohlräumen Bläschen ein, welche allmählig an Grösse zunehmen. Kommt dies auch nur bei wenigen Krystallen vor, und beschränkt sich diese Verdunstung auch lediglich auf die der Oberfläche genäherten Einschlüsse, so wäre doch der Umstand selbst immerhin zu beachten, wenn man etwa die Temperatur, bei welcher die Krystalle sich bildeten, auf Grund der Schlussfolgerung Sorby's bestimmen wollte und man müsste sehr auf der Hut sein, um nicht Höhlungen, welche, ursprünglich gefüllt, einen Theil ihres Liquidums durch Verdunstung verloren haben, mit solchen zu verwechseln, welche Bläschen enthalten, die durch die bei der Abkühlung erfolgte Contraction entstanden sind. Mitunter kann man sie bei den künstlichen Krystallen leicht beide dadurch unterscheiden, dass, wenn Flüssigkeit durch Verdunstung verschwunden ist, bei den einzelnen eingeschlossenen Partikeln eine grosse Ungleichheit in der relativen Grösse der Bläschen sich zeigt, während im andern Falle die letztern fast sämmtlich von gleicher Grösse sind.

Sind die einen Mutterlauge-Partikel begrenzenden Krystallwandungen unter einem gewissen Winkel gegen die Mikroskopaxe geneigt, so können sie das durchfallende Licht total reflectiren, und der Einschluss erscheint wie eine schwarze und opake von dem Krystall umhüllte Substanz.

Zwischen der Anzahl der Flüssigkeitseinschlüsse in einem künstlichen Krystall und den Verhältnissen seiner Bildung besteht gewöhnlich ein sehr inniger Zusammenhang. So sind z. B. Chlornatrium und Chlorkalium, wenn sie sehr langsam sich ausscheiden, durchsichtig und arm an liquiden Theilen, setzen sie sich dagegen rascher ab, so werden sie damit derart massenhaft und innig erfüllt, dass sie vollkommen weiss und opak aussehen; in einigen Fällen geht die Ausscheidung anfangs rasch von Statten, und es werden weisse opake Kerne gebildet, später erfolgt sie langsamer, wobei alsdann die äussern Theile des Krystalls klar und pellucid ausfallen. Der Uebergang vom Opaken zum Pelluciden ist dabei nach den Umständen bald ein plötzlicher, bald ein allmähliger. Dies findet gewöhnlich statt, wenn Substanzen aus einer sich abkühlenden, sehr heissen Lösung herauskrystallisiren, denn dann geht der Absatz anfangs schleunig, später lang-

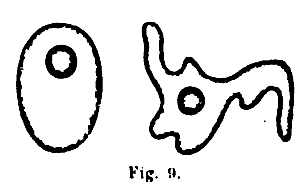
samer vor sich: schwefelsaures Kali nimmt gleichwohl beinahe ebenso viel Mutterlaugepartikelchen bei sehr rascher wie bei langsamer Krystallisation auf.

Die verschiedenen Salze scheinen übrigens, wenn sie auch unter gleichen Bedingungen krystallisiren, dennoch eine abweichende, stärkere oder schwächere Tendenz zur mechanischen Einhüllung von Theilchen der umgebenden Solution zu besitzen. Verdunsten Lösungen von Alaun und Chlorkalium nicht allzu rasch bei gewöhnlicher Temperatur, so enthält das Chlorkalium so zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse, dass es völlig weiss und impellucid erscheint, während der Alaun sehr spärliche aufgenommen hat und gänzlich pellucid ist. Dasselbe ist der Fall, wenn eine gemischte Lösung von Alaun und Chlornatrium verdunstet.

Im Allgemeinen steht nach Sorby die Dimension der eingehüllten Mutterlauge-Partikel im umgekehrten Verhältniss zu ihrer Anzahl; denn wenn die künstlichen Krystalle sich langsamer absetzen, sind jene grösser und dabei weniger zahlreich. Bei gleicher Schnelligkeit des Wachsthums enthalten die Krystalle, welche in einer höhern Temperatur gebildet sind, spärlichere und grössere Einschlüsse als diejenigen, welche bei niedrigerer Temperatur entstehen.

Sind die Wandungen, welche die liquiden Einschlüsse begrenzen, überhaupt flach, so entsprechen sie vermöge der Entstehung derselben (S. 40) in der Regel Flächen des zugehörigen Krystalls; so fallen sie z. B. in den cubischen Krystallen von Chlornatrium und Chlorkalium quadratisch oder wenigstens rechtwinkelig aus, in den oktaëdrischen Alaunkrystallen stellen sie häufig gleichseitig dreieckige Figuren dar. Aber von solchen Formen, welche in der That zusammengehörige Krystallflächen repräsentiren, findet ein Uebergang zu den allerunregelmässigsten Gestaltungen statt.

Hin und wieder bezieht sich auch die Vertheilung der Einschlüsse auf die Krystallform, und die aus ihrer Zusammengruppirung entstehenden Streifen und Bänder sind den Krystallkanten, die Schichten und Lagen zu welchen sie sich dichtgedrängt vereinigen, den Krystallflächen parallel.


Fig. 9.

Ganz analoge Verhältnisse und Erscheinungen sind es, welche wir bei den mikroskopischen Flüssigkeitseinschlüssen in natürlichen Krystallen und Mineralien wiederfinden.

Die kleinern derselben sind gewöhnlich rundlich, dem kugelrunden genähert, eiförmig, die grössern oft auf das verschiedenartigste gestaltet, mit unregelmässigen Verästelungen und schlauchförmigen Verzerrungen (Fig. 9). Weitaus die meisten derselben zeigen ein ganz deutlich erkennbares genau kugelförmiges Bläschen in ihrer Ausfüllung, welches sich ebenfalls sehr oft innerhalb derselben hin und herbewegt (vgl. S. 41); vielleicht ist dies

auch aus dem Grunde vorzugsweise bei den kleinern Einschlüssen der Fall, weil es hier keine so grosse Adhäsion an den Wandungen zu überwinden gibt.

Diese freiwillige Bewegung der Libelle ist es, wodurch der ganze Einschluss von vorn herein auf den ersten Blick in entscheidender Weise als eine Flüssigkeit charakterisirt wird. Es gewährt in der That ein eigenthümliches, an organisches Leben erinnerndes Schauspiel, zu sehen, wie oft in fast allen den hunderten von Flüssigkeitseinschlüssen eines Minerals, welche man in dem Gesichtsfeld des Mikroskops überblickt, die winzigen Bläschen in unablässigem rastlosem Tanz umherwirbeln. Und dazu ist nicht etwa ein Rütteln oder Neigen des Präparats erforderlich, sondern das unfühlbare Zittern des Mikroskopirtisches reicht, wie es scheint, hin, diese constante Bewegung zu erzeugen; vielleicht ist dieselbe aber auch eine Erscheinung, welche sich der immer noch nicht endgültig gedeuteten sog. Molecularbewegung anschliesst. Nicht zweifelhaft kann es sein, dass, gleichwie in den präparirten Dünnschliffen, so auch im Innern der Gebirgsmassen diese seltsame Bewegung stattfindet; ein jeder Granitblock enthält in seinen Quarzkörnern Millionen von Flüssigkeitseinschlüssen, und in zahlreichen derselben dreht sich — vielleicht seit Millionen von Jahren — ein Bläschen ruhelos umher.

Bei Beobachtungen über die freiwillige Bewegung der Libellen gilt es übrigens vor subjectiven Täuschungen auf der Hut zu sein: namentlich in so fern die kleinste, unwillkührliche Veränderung der Focaldistanz eine scheinbare Bewegung oder Formveränderung der Libelle nothwendig mit sich bringt.

Andern Flüssigkeitseinschlüssen ist diese selbständige Bewegung des Bläschens nicht eigen. Bei einem Theil derselben kann aber eine einfache Orts- oder Formveränderung des letztern durch eine Erwärmung des Präparats herbeigeführt werden, wodurch gleichfalls die liquide Natur der eingehüllten Substanz gekennzeichnet ist. Bei noch andern Einschlüssen verbleibt die Libelle sowohl bei gewöhnlicher als bei erhöhter Temperatur fortwährend ganz unbeweglich; dieses indifferente Verhalten darf indessen keineswegs als ein Beweis gegen den flüssigen Charakter geltend gemacht werden. Ausserdem gibt es, wie bei den künstlich aus einer Solution gezogenen, so auch bei den natürlich gebildeten Krystallen ächte Flüssigkeitseinschlüsse, welche überhaupt keine Libelle in sich enthalten. Dass ihre Masse wirklich ein Liquidum und nicht etwa ein fester Körper sei, das muss für diese gleichwie für die zuletzt erwähnte Gruppe allemal im einzelnen Falle festgestellt werden.

Oben (S. 42) wurden die Schlussfolgerungen erwähnt, zu welchen Sorby durch die Beobachtung gelangte, dass die eingehüllte Flüssigkeit in den bei gewöhnlicher Temperatur aus einer Lösung wachsenden künstlichen

Krystallen stets ganz ihren Hohlraum ausfüllt, und dass die Bläschen in den Einschlüssen dann entstehen, wenn Krystalle in höherer Temperatur sich bilden und beim Sinken derselben das in der Höhlung befindliche Liquidum, welches früher hinreichte, sie zu füllen, sich nothwendigerweise zusammenzieht. Die relative Grösse der Bläschen gäbe demnach einen Maassstab für die Temperatur bei der Bildung des betreffenden Krystalls ab. So verlockend aber auch die Aussicht ist, aus dem Dimensionsverhältniss von Libelle und Flüssigkeit die Temperatur bei der Krystallentstehung bemessen zu können — eine Berechnung, welche, namentlich ausgedehnt auf die flüssigen Einschlüsse in den Gemengtheilen krystallinischer Gesteine, von der allergrössten geologischen Wichtigkeit wäre —, so scheint doch in der That jenes Verhältniss keinen sichern Stützpunkt darbieten zu können. Denn man findet unzähligemal dicht neben einander gelegene Flüssigkeitseinschlüsse eines und desselben Krystalls, deren Bläschen total abweichende relative Grösse besitzen: grosse Einschlüsse mit winzigen Bläschen neben ganz kleinen mit sehr grossen Bläschen (Fig. 10). Und zwar unter Umständen, welche die Annahme nicht gestatten, dass etwa in einzelnen Höhlungen ein Theil des Liquidums durch Verdunstung verloren gegangen sei.

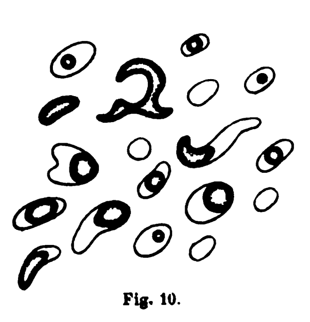


Fig. 10.

Die Herkunft der Libelle ist durch diese Beobachtungen, welche den Voraussetzungen von Sorby widersprechen, freilich wieder zur offenen Frage geworden.

Die grössern mikroskopischen Flüssigkeitseinschlüsse in den Mineralien messen selten mehr als 0.06 Mm. im grössten Durchmesser, und es finden sich alle Abstufungen der Kleinheit, die kleinsten erscheinen selbst bei 1000facher Vergrösserung nur als die allerfeinsten, kaum wahrnehmbaren Punkte. Und doch ist bei solchen, deren sichtbarer Umriss nur den drei Millionsten Theil eines Quadratmillimeters umfasst, noch manchmal ein deutliches Bläschen zu erkennen.

Sind die Wandungen, welche die Flüssigkeitseinschlüsse der Mineralien begrenzen, gerade und flach, so entsprechen sie, wie bei den künstlichen Gebilden, meist auch den Flächen des betreffenden Krystalls. So gibt es z. B. in den Quarzen liquide, mit einem Bläschen ausgestattete Einschlüsse, welche genau die Form einer hexagonalen Pyramide oder der Combination einer solchen mit dem Prisma besitzen; je nach ihrer Lage stellen sie sich natürlich mit einem verschiedenen Umriss dar, wie Fig. 11; mitunter verläuft bei der

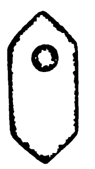
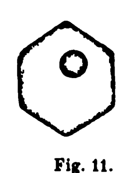
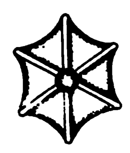
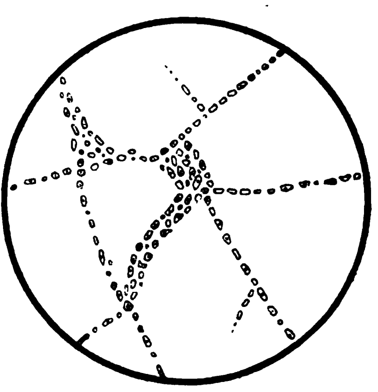




Fig. 11.

Stellung, dass ihre Hauptaxe mit der Mikroskopaxe zusammenfällt, ein zierlicher, sechsstrahliger, den Polkanten entsprechender Stern darüber weg. Aber auch hier stehen solche scharf und wohl ausgebildete mit Flüssigkeit erfüllte „negative Krystalle" durch rohere unvollkommenere Formen mit den allerunregelmässigsten Gestaltungen in Verbindung. Es scheint die Entstehung jener nach krystallographischen Gesetzen gewachsenen Gebilde von der Krystallisationstendenz der Mineralsubstanz selbst mehr oder weniger abhängig zu sein: in dem Bergkrystall gewahrt man sie häufig, in dem derben Quarz werden sie gewöhnlich vermisst; verhältnissmässig reichlich sind sie in dem Quarz der Felsitporphyre, welcher seinerseits so häufig Krystallgestalt angenommen hat, während sie im nicht krystallisirten Granitquarz kaum angetroffen werden. Aehnliche liquide Einhüllungen von einer den Orthoklas-Combinationen entsprechenden Form wurden z. B. im Adular vom St. Gotthardt beobachtet.


Fig. 12.

Die Flüssigkeitseinschlüsse erscheinen entweder einzeln unregelmässig durcheinandergestreut, oder zu vielfach sich verzweigenden und theilweise wieder vereinigenden Reihen und Streifen versammelt, auch wohl zu Haufen zusammengeschaart, welche dünnere Strahlen aussenden (Fig. 12). Auf dem Kreuzungspunkt jener Streifen stellen sich oft grössere Einschlüsse ein. Mitunter bilden hart und regelmässig neben einander gedrängte, dabei sehr winzige Einschlüsse förmliche Schichten, und man gewahrt bei dickern Präparaten pellucider Mineralien, wie dieselben, unter irgend einem Winkel geneigt, die Masse durchsetzen, wobei man durch eine Veränderung der Focaldistanz den Verlauf ganz genau verfolgen kann. [1]) Auch hier sind bisweilen die Schichten der Einschlüsse den Flächen, die Streifen derselben den Kanten des zugehörigen Krystalls parallel. So verläuft im Innern eines senkrecht auf die Hauptaxe durchschnittenen Quarzkrystalls manchmal ein ausgezeichneter concentrischer sechseckiger Ring, bestehend aus tausenden dichtgedrängter liquider Ein-

[1]) Diese Gebilde liegen aber wohl nicht, wie dies Vogelsang 1867 glaubte (Philos. d. Geol. 196), „vorwaltend auf Spaltebenen." Es mag hin und wieder der Fall sein, dass die Ebenen der Einschlüsse auf der Oberfläche der Präparate als ausserordentlich feine Spältchen hervortreten; letztere sind indess alsdann gewiss nur secundär: das Einschlüsse führende Mineral erhielt in derjenigen Richtung am leichtesten Sprünge, in welcher seine Raumerfüllung am meisten unterbrochen war, in welcher die Einlagerung jener Einschlüsse sich vorfand.

schlüsse, wogegen in der übrigen Krystallsubstanz diese Körperchen nur ganz spärlich zerstreut sind. In dem hexagonalen Eläolith von Lojo in Finnland erscheinen die flüssigen Partikel, welche eine flache, platte Gestalt besitzen, zum Theil parallel der Gradendfläche, zum Theil parallel den Prismenflächen eingelagert; die letztern sind in einem rechtwinkelig auf die Hauptaxe geführten Schliff senkrecht gestellt und wenden dem Beschauer ihre schmalen Ränder zu, welche bei den einzelnen regelmässig unter einem Winkel von 60° oder den Multiplis dieses Werthes aufeinanderstossen; nach allen vier Axenrichtungen des hexagonalen Minerals haben sich demnach die Flüssigkeitseinschlüsse darin eingeordnet.

Die verschiedenen Mineralsubstanzen scheinen mit Bezug auf die Tendenz, während ihres Wachsthums flüssige Theilchen in ihre Masse einzuhüllen, unter einander abzuweichen. Insbesondere tritt dies bei den Gesteinen hervor, deren zusammensetzende mineralische Bestandtheile bei der Entstehung der Felsart denselben physikalischen Verhältnissen ausgesetzt waren, und bei welchen gleichwohl so oft gewisse Gemengmineralien mit jenen Einschlüssen durch und durch erfüllt, andere dagegen frei oder fast ganz frei davon sind. Befremden kann uns eine solche Erscheinung nicht, da wir wissen, dass auch die einzelnen künstlichen Salze, wenngleich sie unter ähnlichen Bedingungen aus Solutionen krystallisiren, einen beträchtlichen Unterschied in der Anzahl der eingeschlossenen Mutterlauge-Partikel aufweisen (vgl. S. 44). Tauglich zur Aufnahme selbst reichlicher Flüssigkeitseinschlüsse scheint übrigens eine jede Mineralsubstanz, wenn nur die erforderlichen genetischen Bedingungen vorhanden sind. Manchfache allmählige Erfahrungen geleiten zu dieser Schlussfolgerung. So waren bis 1870 nur ganz spärliche Vorkommnisse aufgefunden worden, wo der Feldspath der krystallinischen Gesteine mikroskopische Flüssigkeitseinschlüsse enthält, und an diesen Punkten boten sich dieselben immer nur in höchst geringer Menge dar, so dass durch beide Verhältnisse der Feldspath in scharfen Gegensatz zu dem Quarz zu treten schien. Da lernte man aber in den olivinführenden Gabbros der Hebrideninseln Mull und Skye trikline Feldspathe kennen, welche Flüssigkeitseinschlüsse in so ungeheurer Menge enthalten, wie man sie sonst kaum in den damit überladenen Quarzen zu sehen gewohnt ist. Die Feldspathdurchschnitte dieser Dünnschliffe sehen bei sehr schwacher Vergrösserung wie mit Staub erfüllt aus, der in Haufen, Streifen, Schichten, Adern darin lagert, bei stärkerer löst sich jedes Stäubchen in einen liquiden Partikel mit ungemein beweglicher Libelle auf. [1]) Nachträglich wurden dann auch noch in vielen andern Feldspathen die früher fast ganz vermissten Gebilde gefunden.

Eine übergrosse Menge winziger mikroskopischer Flüssigkeitseinschlüsse

---

1) F. Z. im Neuen Jahrb. f. Miner. 1870. 801.

verursacht oftmals ein förmlich milchiges Aussehen der damit imprägnirten, sonst wasserklaren Mineralsubstanz, z. B. beim Quarz, manchmal auch beim Kalkspath, Steinsalz.

Unter den Mineralien ist wohl keiner durchschnittlich reicher an solchen flüssigen Einschlüssen als der Quarz, namentlich derjenige, welcher als Gemengtheil der Gesteine, der Granite, Gneisse und anderer krystallinischer Schiefer, der Porphyre auftritt. Kaum in irgend einem fehlend, sind sie stellenweise so massenhaft darin vertreten, dass es in der That von ihnen wimmelt, und nicht selten zählt man auf einem Raume von 0.01 Quadratmillimeter 250 in einer Ebene gelegene deutlich unterscheidbare derselben — ein förmliches Getränktsein mit Flüssigkeit. Die Quarze einiger Granite strotzen so von Flüssigkeit, dass diese zweifellos den zwanzigsten Theil des ganzen Volumens ausmacht.

Wenn die chemische Analyse solcher Mineralien diesen Gehalt an Flüssigkeit, welche meistentheils wässeriger Natur ist, nicht oder nur theilweise ergibt, so kommt dies einerseits daher, dass beim Pulvern eine grosse Menge der Flüssigkeitshöhlungen aufgesprengt wird, und von dem darin enthaltenen, mit der Luft in Berührung kommenden Liquidum ein beträchtlicher Theil verdunstet, welcher mithin gar nicht zur Berechnung gelangt. Andererseits entgeht die in den unzerstörten Poren des Pulvers befindliche Flüssigkeit wahrscheinlich nicht minder der Bestimmung, indem das fast nie fehlende Bläschen ihr Gelegenheit gibt, bei dem für die sog. Wasserbestimmung erfolgenden Glühen in der ringsgeschlossenen Höhlung sich auszudehnen, und sie so in den meisten Fällen nicht genöthigt sein wird ihre Hülle zu durchbrechen und sich unter Decrepitation frei zu machen.

Um wenigstens der ersten Fehlerquelle zu begegnen müsste man zu dem Mittel seine Zuflucht nehmen, ein Stückchen des liquide Einschlüsse führenden Minerals oder Gesteins zuvörderst abzuwägen und dann erst zu pulvern. Pfaff hat dafür einen besondern Apparat construirt[1], welcher es gestattet, wenigstens einen Theil des mechanisch eingeschlossenen Wassers zu ermitteln. Er untersuchte verschiedene Granite aus Schweden, Sachsen, dem bayerischen Wald, vom Ural, ferner Gneiss, Glimmerschiefer, Syenit zum Theil von denselben Localitäten, Porphyre von Kreuznach und Südtyrol und bestimmte die Menge des mechanisch als Flüssigkeitseinschlüsse vorhandenen Wassers auf 0.11 bis 1.8 Proc. Da es indess nicht möglich ist, das Pulvern so weit zu treiben, dass alle liquiden Einschlüsse frei gelegt werden, so wird der wirkliche Wassergehalt noch etwas grösser sein.

Auf alle Fälle wird man daran festhalten müssen, dass die mikroskopischen Flüssigkeitspartikel in den verschiedenen Mineralien und somit auch diejenigen, welche von den Gemengtheilen der Gesteine umschlossen werden,

[1] Poggendorffs Annalen CXLIII. 1872. 610.

ursprünglich bei der Bildung derselben auf mechanischem Wege eingehüllt wurden. Man hat dem gegenüber hier und da die übrigens wohl durchgehends von den Urhebern wieder aufgegebene Meinung ausgesprochen[1], dass die Flüssigkeit erst nachträglich im Laufe der Zeit in präexistirende leere mikroskopische Hohlräume eingedrungen sei. Gegen diese Anschauungsweise sprechen mehrere Umstände. Zuvörderst die charakteristische Gegenwart der Libellen, mit denen oft sämmtliche liquiden Einschlüsse eines Vorkommnisses ausgestattet sind. Kein Zufall wäre seltsamer als der, dass die einsickernde Flüssigkeit keine einzige der Höhlungen gänzlich erfüllt, sondern in allen noch einen unausgefüllten Rest übrig gelassen habe. Die Flüssigkeit ist ferner in den Hohlräumen so hermetisch abgeschlossen, dass sie bei starkem Erhitzen sich ausdehnend, zunächst das Bläschen absorbirt und bei gesteigerter Expansion die totale Decrepitation des Minerals veranlasst. Wäre sie im Lauf der Zeit von aussen in die Höhlungen infiltrirt, so müsste es ihr ein Leichtes sein, auf den Haarspalten und Canälen, auf welchen sie ihren Weg gefunden hat, auch wieder zu entweichen. Solche Zugangscanäle zu den einzelnen Höhlungen sind übrigens selbst mit stärkster Vergrösserung gar nicht zu gewahren, im Gegentheil liegen die flüssigen Partikel inmitten der compactesten Mineralsubstanz. Sorby bemerkt auch ganz richtig, dass die unzweifelhafte Fähigkeit eines Gesteins vom Wasser durchdrungen zu werden, nicht den Schluss gestattet, dass auch eine Krystallmasse diese Fähigkeit in gleichem Maasse besitze; die Permeabilität des Achats kann nicht entgegengehalten werden, denn dieser hat vollkommene Schichtenstructur und besteht zum Theil aus krystallinischen Aggregaten, zwischen denen und nicht in welche die Flüssigkeiten eindringen. Der Hauptbeweis für die Ursprünglichkeit der Flüssigkeitseinschlüsse wird aber durch die chemische Beschaffenheit derselben erbracht; es wird sich in der Folge ergeben, dass ein Theil derselben aus einer gesättigten Lösung von Chlornatrium, ein anderer sogar aus liquider Kohlensäure besteht, Substanzen, von denen Niemand annehmen wird, dass sie jemals eine dem Sickerwasser ähnliche Rolle gespielt haben.[2]

[1] Z. B. Laspeyres, Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XVI. 1864. 374 in einer sehr skeptischen Note, in welcher u. a. angeführt wird, dass es ihm bis dahin nicht vergönnt gewesen, zwischen Gasporen und Flüssigkeitseinschlüssen einen Unterschied zu finden, und dass das Vorkommen wirklicher Glaseinschlüsse höchst zweifelhaft sei. Bei dem gar spärlich vorliegenden Material — wie Vogelsang (Philosophie d. Geologie 138) hervorhebt, zwei oder drei Dünnschliffen — war dies absprechende Urtheil über die sorgfältigen und umfassenden Untersuchungen Sorby's wenig gerechtfertigt. Auch Vogelsang (Phil. d. Geol. 155) hielt diese liquiden Einschlüsse 1867 für „Höhlungen, welche zumeist durch secundäre Injection mit Flüssigkeit nicht ganz erfüllt wurden.“ Nach seiner denkwürdigen Entdeckung, dass dieselben bisweilen aus flüssiger Kohlensäure bestehen, ist der vortreffliche Forscher gewiss anderen Sinnes geworden.

[2] vgl. F. Z., Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XVII. 1865. 16.



Ist die Ursprünglichkeit der liquiden Partikel, wie es in der That der Fall, nicht mehr zweifelhaft, so ergibt sich der wichtige Schluss, dass alle Mineralien und Gesteinsgemengtheile, welche derlei Einschlüsse beherbergen, gebildet worden sind bei Gegenwart von Flüssigkeit als solcher, oder von Gasen, welche sich zu Flüssigkeiten condensirten. Welcher Gewinn für die Geologie aus den hierher gehörigen Beobachtungen erwächst, mag schon an dieser Stelle einleuchten.

Nach und nach hat man in einer grossen Anzahl von Mineralien mikroskopische Einschlüsse von Flüssigkeit gefunden; hier seien darunter nur allgemein erwähnt: Quarz, monokliner und trikliner Feldspath, Nephelin, Eläolith, Leucit, Augit, Chlorit, Olivin, Topas, Cordierit, Vesuvian, Smaragd und Beryll, Spinell, Sapphir, Kalkspath, Gyps, Flussspath, Steinsalz, Zinnstein, Zinkblende. Die genannten sind sammt und sonders solche Substanzen, welche in dünnen Schichten genügende Pelluciditât erlangen; für die völlig impellucid bleibenden Mineralkörper, z. B. die meisten Erze lassen sich diese Einschlüsse durch das Mikroskop nicht nachweisen, es ist indessen wahrscheinlich, dass sie hier in einem vielleicht nicht mindern Maasse ebenfalls vorhanden sind.

Die Einschlüsse einer wässerigen Flüssigkeit, welche sich in den Olivinkörnern und Leucitkrystallen geflossener Lavaströme finden, verdienen in geologischer Hinsicht alle Beachtung, indem sie beweisen, dass in dem geschmolzenen Magma, aus dessen Erstarrung das Lavagestein entsteht, Wasserdampf vorhanden sei. Zugleich geht daraus hervor, dass die Gegenwart von liquiden Partikeln in Gemengtheilen eines Gesteins keineswegs der Festwerdung desselben aus geschmolzener Materie widerstreitet, und dass das Triumphgeschrei gewisser Ultraneptunisten bei der Entdeckung der mikroskopischen Flüssigkeitseinschlüsse im Granitquarz höchst überflüssig war.

Von der grössten Wichtigkeit, insbesondere für die Frage nach den genetischen Verhältnissen der Mineralien und Gesteine ist die Ermittelung der chemischen Beschaffenheit der Flüssigkeitseinschlüsse. Mehrfache Untersuchungen liegen in dieser Richtung vor, aus welchen sich die abweichende Natur der letztern ergeben hat. Der am meisten ins Auge fallende physikalische Gegensatz zwischen den einzelnen Vorkommnissen liquider Einschlüsse beruht darin, dass gewisse derselben ein sehr grosses Ausdehnungsvermögen besitzen, während andere nicht oder nur ganz wenig expansibel sind: bei jenen verkleinert sich während des Erwärmens innerhalb der Beobachtungsgrenzen die Libelle in der Flüssigkeit allmählig und verschwindet, bei diesen bleibt sie aber unverändert. Die letztern sind weitaus die häufigsten.



[illegible] Natur der Flüssig-[illegible] zusammengefasst werden, ist eine [illegible] Apparate [illegible], welche zur mikroskopischen Beobachtung der Wirkung von Temperaturveränderungen dienen. Es sind [illegible] heizbaren Objecttische, welche auf den gewöhnlichen Objecttisch des Mikroskops gebracht werden, und auf welche das durch dieselben zu erwärmende Präparat zu liegen kommt. Der zuerst von Max Schultze[1] construirte Messing-Tisch dieser Art läuft in zwei seitliche Arme aus, die durch untergestellte Spirituslampen erhitzt werden. Die Wärme pflanzt sich von hier aus nach der Mitte des Tischchens fort und wird durch ein darunter angebrachtes Thermometer gemessen, dessen Quecksilber-Cylinder mehrfach spiralig gewunden ist. Einen erheblichen Fortschritt bezeichnet der von

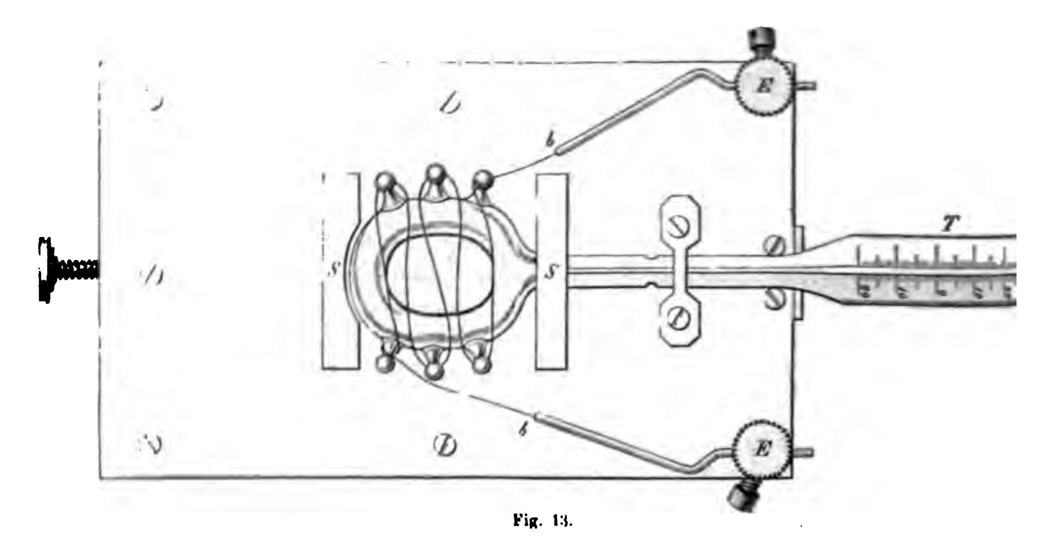


Fig. 13.

Vogelsang angegebene höchst zweckmässige Apparat[2]) (Fig. 13). Hier wird in sinnreicher Weise die Erwärmung der Objecte durch einen vermittelst des galvanischen Stroms erhitzten Platindraht bewirkt, welcher über dem ringförmigen Quecksilberbehälter eines Thermometers mehrfach hin und her geschlungen ist und so eine roståhnliche Unterlage für das Präparat gewährt. Die Kupferplatte des aufschraubbaren Tisches ist zur bessern Isolirung noch mit einer Ebonitplatte bedeckt; unmittelbar über dem Diaphragma desselben liegt der Quecksilberring, an welchem jederseits drei Glasknöpfchen zum Festhalten des darüber gewundenen Platindrahts (von 0.4. Mm. Dicke) an-

1) Archiv f. mikr. Anatomie 1865. I. 1. Einen sehr schwerfälligen Apparat ersann früher Alexander Bryson (Edinburgh new phil. journal 1861. XIV. 145).
2) Poggendorffs Annalen CXXXVII. 58

geschmolzen sind; letzterer ist bei *b* mit zwei stärkern Kupferdrähten verlöthet, welche zu den beiden Electrodenhaltern *E* hinführen, die, um die Beobachtung am wenigsten zu hindern, mit dem Thermometer an der rechten Seite des Tisches liegen. Als seitliche Unterlagen für die Präparate dienen ein paar Stege (*S*), welche genau die Höhe bis zu der obern Grenze des Drahtrostes haben müssen. Mit zwei Bunsen'schen Elementen lässt sich die Quecksilbersäule des Thermometers bis zu 200° C. treiben; gewöhnliche Präparate aber gestatten doch über 150° C. hinaus keine Beobachtung mehr, da bei dieser Temperatur selbst alter hartgewordener Canadabalsam ins Kochen geräth. Durch Einschaltung eines geeigneten Rheostaten kann man einerseits die Geschwindigkeit der Temperaturveränderungen nach Belieben regeln, andererseits jeden erreichten Wärmegrad ziemlich unverändert festhalten.

Es ist einleuchtend, dass schon wegen der letztern Umstände der Vogelsang'sche Apparat vor dem ältern Schultze's den Vorzug verdient. Sowohl das Steigen- als das Sinkenlassen der Temperatur geht bei letzterm nur ausserordentlich langsam von Statten, und zudem bietet der erstere viel mehr die Gewissheit dar, dass man wirklich die Temperatur des zu untersuchenden Objects möglichst direct misst. Für die Beurtheilung der Temperaturmessungen ist übrigens zu bemerken, dass die starken Objective mit sehr geringem Focalabstand und breiter flacher Metallfassung um die Linse einen erkaltenden Einfluss auf die Oberfläche des Präparats ausüben; eine bei erhöhter Temperatur eintretende Erscheinung erfolgte z. B. unter Anwendung von Hartnack's Objectiv Nr. 4 (mit ungefähr 3 Mm. Focalabstand) bei 32° C.; bei Objectiv Nr. 7 (mit nur 0.3 Mm. Abstand) zeigte sich dieselbe erst bei 34°, und bei Objectiv Nr. 9 (nur mit 0.1 Mm. Abstand) gar erst bei 41—42°. Der abkühlende Einfluss der genäherten Metallmasse des Mikroskops musste somit durch eine Temperaturerhöhung von 2—10° C. ausgeglichen werden.[1])

Wohl die meisten mikroskopischen Flüssigkeitseinschlüsse bestehen aus W a s s e r oder aus einer L ö s u n g v o n S a l z e n o d e r v o n G a s i n v o r w a l t e n d e m W a s s e r. Bei denselben ist gewöhnlich die freiwillige Beweglichkeit der Libelle gering; bei jenen Lösungen wird innerhalb der Beobachtungsgrenzen weder durch steigende noch durch sinkende Temperatur das Volumenverhältniss zwischen Libelle und Flüssigkeit merklich verändert, ja selbst bei Temperaturen von —4° und von 120° C. ist keine Condensation der erstern zu gewahren. Diese Flüssigkeiten zeichnen sich auch durch ein verhältnissmässig grösseres Brechungsvermögen aus, welches die Contouren des ganzen Einschlusses etwas dunkler erscheinen lässt, als dies bei andern Flüssigkeiten mit kleinerm Brechungsindex der Fall ist.

---

[1]) Vgl. darüber noch W. Engelmann in Schultze's Arch. f. mikr. Anatomie IV. 334.

Die in mehreren Quarzen eingeschlossene Flüssigkeit wurde von Sir H. Davy als fast reines Wasser befunden[1]. Sorby brachte die Flüssigkeit in einer Höhlung eines transparenten Krystalls, welche ungefähr ⅓ Zoll im Durchmesser maass, zum Gefrieren und beobachtete, dass sie genau bei dem Thaupunkt des Eises aufthaute.[2] Liquide Einschlüsse enthaltende Quarze lieferten, in einer Glasröhre erhitzt, eine Flüssigkeit, welche bei niedriger Temperatur sich zu Krystallen condensirte, deren Gestalt und Thaupunkt dieselben waren wie die des Eises. Ausser diesem Wasser entweicht aber oft noch eine andere Substanz, welche sich näher an dem erhitzten Ende der Glasröhre condensirt als die Eisnadeln, und welche Chlorkalium oder Chlornatrium ist. Das Wasser besitzt auch häufig eine stark saure Reaction, herrührend von Chlorwasserstoffsäure, welche entweder von der Zersetzung der genannten Chloralkalien durch den erhitzten Quarz herstammt, oder, wie es sicher einige Mal der Fall, im freien Zustande in den Flüssigkeitseinschlüssen zugegen ist.

Um die Natur der in den wässerigen Einschlüssen aufgelösten Salze zu ermitteln, pulverte Sorby die Krystalle, deren Höhlungen dadurch eröffnet wurden, und zog dann die gelösten Salze mit destillirtem Wasser aus. Die Lösung wurde abfiltrirt, zur Trockne verdunstet, und dann konnte die Beschaffenheit der Salze vermittelst des Mikroskops und chemischer Reactionen erkannt werden. Auf diese Weise fand er (Juli 1858), dass die Flüssigkeit in den Quarzen oft eine sehr beträchtliche Menge von Chlorkalium und Chlornatrium, von den Sulphaten des Kali, Natron, Kalks und mitunter freie Säuren enthält. Dadurch wird auch erklärlich, weshalb Sorby nicht im Stande war, in einem Bergkrystall von Ceylon, welcher ausgezeichnete Flüssigkeitseinschlüsse von ungefähr $\frac{1}{100}$ Zoll (0.044 Mm.) führte, das Li-

---

1) Philosoph. Transactions Bd. 122. 367; Annales de chim. et de phys. XXI. 132.

2) In eine 8 Zoll lange und ¼ Zoll weite Glasröhre, welche an dem einen Ende geschlossen ist, werden die bei 100° getrockneten Stückchen des an sich wasserfreien Minerals gebracht; darauf füllt man die Röhre mit Luft, welche durch Chlorcalcium getrocknet ist. Das offene Ende wird mit einem wohlpassenden Kork verschlossen und das andere durch zwei einander gegenüberstehende Löcher eines kleinen Kästchens gesteckt, welches ein Gemenge von zerstossenem Eis oder Schnee und Salz enthält, so dass es einige Zoll daraus hervorragt. Alsdann erhitzt man das geschlossene Ende, an welchem sich die Mineralstückchen befinden, genügend stark, um die eingeschlossene Flüssigkeit aus den Höhlungen auszutreiben. Enthielten sie Wasser, so condensirt sich dieses als kleine Eisnädelchen an den kalten Theilen der Röhre. Ist sodann das Ganze abgekühlt, so wird die Röhre aus dem Kästchen herausgezogen, in eine starke Kochsalzlösung von einigen Graden unter dem Gefrierpunkt gebracht und darauf die Form der Krystalle mit einem Vergrösserungs-Instrument untersucht. Indem man sorgfältig das Steigen eines Thermometers in der allmählig sich erwärmenden Salzlösung beobachtet, kann die Temperatur, bei welcher die Kryställchen sich aufzulösen beginnen, festgestellt werden. (Quart. journ. of geol. soc. 1858. 472.)

quidum bei ungefähr — 20° C. zum Gefrieren zu bringen; denn reines Wasser friert, obschon es nach seinen Beobachtungen in Röhrchen von weniger als $\frac{1}{300}$ Zoll Durchmesser erst bei — 15° fest wird, auf der Stelle bei obiger Temperatur in Röhrchen von dem Durchmesser jener Flüssigkeitseinschlüsse. Auch wird dadurch das eigenthümliche Expansionsverhältniss der Flüssigkeit gedeutet. Auf Grund ausgezeichneter Daten fand er, dass im vorliegenden Falle bei 0° C. die Libelle sehr nahe 0.141 des Liquidums ausmachte; wäre das letztere reines Wasser, so müsste beim Erhitzen bis zu 189° C. das Bläschen absorbirt und die Höhlung mit der Flüssigkeit ausgefüllt erscheinen. Indem aber ein Theil des Quarzkrystalls in einem Paraffinbad so erhitzt wurde, dass er mit dem Mikroskop untersucht werden konnte, ergab es sich, dass erst bei 218—219° C. sich die Flüssigkeit bis zur gänzlichen Erfüllung der Höhlungen expandirte. Aus dem Pulver eines Theiles jenes Krystalls erhielt Sorby so viel Chloralkalien und Sulphate, dass er den Gehalt der Flüssigkeitseinschlüsse an diesen Salzen auf mindestens 15 % schätzte; 30 % konnte er nicht übersteigen, denn sonst müssten sich Krystalle in den Solutionen ausgeschieden haben. Nimmt man eine wässerige Lösung mit 25 % Chloralkalien und Sulphaten an, so ergibt sich aus den von Sorby aufgestellten Formeln, dass, ohne Einfluss des Drucks, eben bei 219. 4° C. das gegebene Quantum einer so beschaffenen Lösung den gegebenen Hohlraum ganz erfüllen werde.

Auch Pfaff hat in dem Wasser, welches er in den S. 49 erwähnten Gesteinen als ursprünglich mechanisch eingeschlossen bestimmte, Chlor nachgewiesen, welches er als an Natrium gebunden annimmt; gleichfalls ergaben ihm granitische Feldspathe die characteristische Reaction auf Chlor[1].

Ja es kommen in der That auch gesättigte Salzlösungen als mikroskopische Flüssigkeitseinschlüsse vor, welche durch die darin ausgeschiedenen Salzkrystalle charakterisirt sind. Bis jetzt ist nur gesättigte Chlornatriumsolution unter solchen Verhältnissen und zwar in Quarzen verschiedener Gesteine beobachtet worden.

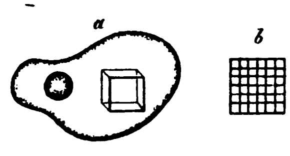


Fig. 14.

Diese Einschlüsse (Fig. 14a) enthalten in sich ein kleines wasserklares Würfelchen und daneben eine mehr oder weniger grosse Libelle, deren hin und wieder ersichtliche freiwillige Beweglichkeit die flüssige Natur des umgebenden Mediums ausser Zweifel stellt; mitunter ist auch sogar ein Wackeln der Würfel selbst wahrzunehmen. Bei den deutlichern Vorkommnissen sehen die Würfel innerhalb der Flüssigkeit wie von Glas gefertigt aus und sind so pellucid, dass die hintern haarscharfen Kanten und Ecken durch

[1]) Poggendorff's Annalen CXLIII. 618.

schlüsse, wogegen in der übrigen Krystallsubstanz diese Körperchen nur ganz spärlich zerstreut sind. In dem hexagonalen Eläolith von Lojo in Finnland erscheinen die flüssigen Partikel, welche eine flache, platte Gestalt besitzen, zum Theil parallel der Gradendfläche, zum Theil parallel den Prismenflächen eingelagert; die letztern sind in einem rechtwinkelig auf die Hauptaxe geführten Schliff senkrecht gestellt und wenden dem Beschauer ihre schmalen Ränder zu, welche bei den einzelnen regelmässig unter einem Winkel von 60° oder den Multiplis dieses Werthes aufeinanderstossen; nach allen vier Axenrichtungen des hexagonalen Minerals haben sich demnach die Flüssigkeitseinschlüsse darin eingeordnet.

Die verschiedenen Mineralsubstanzen scheinen mit Bezug auf die Tendenz, während ihres Wachsthums flüssige Theilchen in ihre Masse einzuhüllen, unter einander abzuweichen. Insbesondere tritt dies bei den Gesteinen hervor, deren zusammensetzende mineralische Bestandtheile bei der Entstehung der Felsart denselben physikalischen Verhältnissen ausgesetzt waren, und bei welchen gleichwohl so oft gewisse Gemengmineralien mit jenen Einschlüssen durch und durch erfüllt, andere dagegen frei oder fast ganz frei davon sind. Befremden kann uns eine solche Erscheinung nicht, da wir wissen, dass auch die einzelnen künstlichen Salze, wenngleich sie unter ähnlichen Bedingungen aus Solutionen krystallisiren, einen beträchtlichen Unterschied in der Anzahl der eingeschlossenen Mutterlauge-Partikel aufweisen (vgl. S. 44). Tauglich zur Aufnahme selbst reichlicher Flüssigkeitseinschlüsse scheint übrigens eine jede Mineralsubstanz, wenn nur die erforderlichen genetischen Bedingungen vorhanden sind. Manchfache allmählige Erfahrungen geleiten zu dieser Schlussfolgerung. So waren bis 1870 nur ganz spärliche Vorkommnisse aufgefunden worden, wo der Feldspath der krystallinischen Gesteine mikroskopische Flüssigkeitseinschlüsse enthält, und an diesen Punkten boten sich dieselben immer nur in höchst geringer Menge dar, so dass durch beide Verhältnisse der Feldspath in scharfen Gegensatz zu dem Quarz zu treten schien. Da lernte man aber in den olivinführenden Gabbros der Hebrideninseln Mull und Skye trikline Feldspathe kennen, welche Flüssigkeitseinschlüsse in so ungeheurer Menge enthalten, wie man sie sonst kaum in den damit überladenen Quarzen zu sehen gewohnt ist. Die Feldspathdurchschnitte dieser Dünnschliffe sehen bei sehr schwacher Vergrösserung wie mit Staub erfüllt aus, der in Haufen, Streifen, Schichten, Adern darin lagert, bei stärkerer löst sich jedes Stäubchen in einen liquiden Partikel mit ungemein beweglicher Libelle auf.[1]) Nachträglich wurden dann auch noch in vielen andern Feldspathen die früher fast ganz vermissten Gebilde gefunden.

Eine übergrosse Menge winziger mikroskopischer Flüssigkeitseinschlüsse

[1]) F. Z. im Neuen Jahrb. f. Miner. 1870. 801.



verursacht oftmals ein förmlich milchiges Aussehen der damit imprägnirten, sonst wasserklaren Mineralsubstanz, z. B. beim Quarz, manchmal auch beim Kalkspath, Steinsalz.

Unter den Mineralien ist wohl keiner durchschnittlich reicher an solchen flüssigen Einschlüssen als der Quarz, namentlich derjenige, welcher als Gemengtheil der Gesteine, der Granite, Gneisse und anderer krystallinischer Schiefer, der Porphyre auftritt. Kaum in irgend einem fehlend, sind sie stellenweise so massenhaft darin vertreten, dass es in der That von ihnen wimmelt, und nicht selten zählt man auf einem Raume von 0.01 Quadratmillimeter 250 in einer Ebene gelegene deutlich unterscheidbare derselben — ein förmliches Getränktsein mit Flüssigkeit. Die Quarze einiger Granite strotzen so von Flüssigkeit, dass diese zweifellos den zwanzigsten Theil des ganzen Volumens ausmacht.

Wenn die chemische Analyse solcher Mineralien diesen Gehalt an Flüssigkeit, welche meistentheils wässeriger Natur ist, nicht oder nur theilweise ergibt, so kommt dies einerseits daher, dass beim Pulvern eine grosse Menge der Flüssigkeitshöhlungen aufgesprengt wird, und von dem darin enthaltenen, mit der Luft in Berührung kommenden Liquidum ein beträchtlicher Theil verdunstet, welcher mithin gar nicht zur Berechnung gelangt. Andererseits entgeht die in den unzerstörten Poren des Pulvers befindliche Flüssigkeit wahrscheinlich nicht minder der Bestimmung, indem das fast nie fehlende Bläschen ihr Gelegenheit gibt, bei dem für die sog. Wasserbestimmung erfolgenden Glühen in der ringsgeschlossenen Höhlung sich auszudehnen, und sie so in den meisten Fällen nicht genöthigt sein wird ihre Hülle zu durchbrechen und sich unter Decrepitation frei zu machen.

Um wenigstens der ersten Fehlerquelle zu begegnen müsste man zu dem Mittel seine Zuflucht nehmen, ein Stückchen des liquide Einschlüsse führenden Minerals oder Gesteins zuvörderst abzuwägen und dann erst zu pulvern. Pfaff hat dafür einen besondern Apparat construirt[1]), welcher es gestattet, wenigstens einen Theil des mechanisch eingeschlossenen Wassers zu ermitteln. Er untersuchte verschiedene Granite aus Schweden, Sachsen, dem bayerischen Wald, vom Ural, ferner Gneiss, Glimmerschiefer, Syenit zum Theil von denselben Localitäten, Porphyre von Kreuznach und Südtyrol und bestimmte die Menge des mechanisch als Flüssigkeitseinschlüsse vorhandenen Wassers auf 0.11 bis 1.8 Proc. Da es indess nicht möglich ist, das Pulvern so weit zu treiben, dass alle liquiden Einschlüsse frei gelegt werden, so wird der wirkliche Wassergehalt noch etwas grösser sein.

Auf alle Fälle wird man daran festhalten müssen, dass die mikroskopischen Flüssigkeitspartikel in den verschiedenen Mineralien und somit auch diejenigen, welche von den Gemengtheilen der Gesteine umschlossen werden,

1) Poggendorffs Annalen CXLIII. 1872. 610.

ursprünglich bei der Bildung derselben auf mechanischem Wege eingehüllt wurden. Man hat dem gegenüber hier und da die übrigens wohl durchgehends von den Urhebern wieder aufgegebene Meinung ausgesprochen[1]), dass die Flüssigkeit erst nachträglich im Laufe der Zeit in präexistirende leere mikroskopische Hohlräume eingedrungen sei. Gegen diese Anschauungsweise sprechen mehrere Umstände. Zuvörderst die charakteristische Gegenwart der Libellen, mit denen oft sämmtliche liquiden Einschlüsse eines Vorkommnisses ausgestattet sind. Kein Zufall wäre seltsamer als der, dass die einsickernde Flüssigkeit keine einzige der Höhlungen gänzlich erfüllt, sondern in allen noch einen unausgefüllten Rest übrig gelassen habe. Die Flüssigkeit ist ferner in den Hohlräumen so hermetisch abgeschlossen, dass sie bei starkem Erhitzen sich ausdehnend, zunächst das Bläschen absorbirt und bei gesteigerter Expansion die totale Decrepitation des Minerals veranlasst. Wäre sie im Lauf der Zeit von aussen in die Höhlungen infiltrirt, so müsste es ihr ein Leichtes sein, auf den Haarspalten und Canälen, auf welchen sie ihren Weg gefunden hat, auch wieder zu entweichen. Solche Zugangscanäle zu den einzelnen Höhlungen sind übrigens selbst mit stärkster Vergrösserung gar nicht zu gewahren, im Gegentheil liegen die flüssigen Partikel inmitten der compactesten Mineralsubstanz. Sorby bemerkt auch ganz richtig, dass die unzweifelhafte Fähigkeit eines Gesteins vom Wasser durchdrungen zu werden, nicht den Schluss gestattet, dass auch eine Krystallmasse diese Fähigkeit in gleichem Maasse besitze; die Permeabilität des Achats kann nicht entgegengehalten werden, denn dieser hat vollkommene Schichtenstructur und besteht zum Theil aus krystallinischen Aggregaten, zwischen denen und nicht in welche die Flüssigkeiten eindringen. Der Hauptbeweis für die Ursprünglichkeit der Flüssigkeitseinschlüsse wird aber durch die chemische Beschaffenheit derselben erbracht; es wird sich in der Folge ergeben, dass ein Theil derselben aus einer gesättigten Lösung von Chlornatrium, ein anderer sogar aus liquider Kohlensäure besteht, Substanzen, von denen Niemand annehmen wird, dass sie jemals eine dem Sickerwasser ähnliche Rolle gespielt haben.[2])

[1]) Z. B. Laspeyres, Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XVI. 1864. 374 in einer sehr skeptischen Note, in welcher u. a. angeführt wird, dass es ihm bis dahin nicht vergönnt gewesen, zwischen Gasporen und Flüssigkeitseinschlüssen einen Unterschied zu finden, und dass das Vorkommen wirklicher Glaseinschlüsse höchst zweifelhaft sei. Bei dem gar spärlich vorliegenden Material — wie Vogelsang (Philosophie d. Geologie 133) hervorhebt, zwei oder drei Dünnschliffen — war dies absprechende Urtheil über die sorgfältigen und umfassenden Untersuchungen Sorby's wenig gerechtfertigt. Auch Vogelsang (Phil. d. Geol. 155) hielt diese liquiden Einschlüsse 1867 für „Höhlungen, welche zumeist durch secundäre Injection mit Flüssigkeit nicht ganz erfüllt wurden." Nach seiner denkwürdigen Entdeckung, dass dieselben bisweilen aus flüssiger Kohlensäure bestehen, ist der vortreffliche Forscher gewiss anderen Sinnes geworden.

[2]) vgl. F. Z., Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XVII. 1865. 16.



Ist die Ursprünglichkeit der liquiden Partikel, wie es in der That der Fall, nicht mehr zweifelhaft, so ergibt sich der wichtige Schluss, dass alle Mineralien und Gesteinsgemengtheile, welche derlei Einschlüsse beherbergen, gebildet worden sind bei Gegenwart von Flüssigkeit als solcher, oder von Gasen, welche sich zu Flüssigkeiten condensirten. Welcher Gewinn für die Geologie aus den hierher gehörigen Beobachtungen erwächst, mag schon an dieser Stelle einleuchten.

Nach und nach hat man in einer grossen Anzahl von Mineralien mikroskopische Einschlüsse von Flüssigkeit gefunden; hier seien darunter nur allgemein erwähnt: Quarz, monokliner und trikliner Feldspath, Nephelin, Eläolith, Leucit, Augit, Chlorit, Olivin, Topas, Cordierit, Vesuvian, Smaragd und Beryll, Spinell, Sapphir, Kalkspath, Gyps, Flussspath, Steinsalz, Zinnstein, Zinkblende. Die genannten sind sammt und sonders solche Substanzen, welche in dünnen Schichten genügende Pelluciditát erlangen; für die völlig impellucid bleibenden Mineralkörper, z. B. die meisten Erze lassen sich diese Einschlüsse durch das Mikroskop nicht nachweisen, es ist indessen wahrscheinlich, dass sie hier in einem vielleicht nicht mindern Maasse ebenfalls vorhanden sind.

Die Einschlüsse einer wässerigen Flüssigkeit, welche sich in den Olivinkörnern und Leucitkrystallen geflossener Lavaströme finden, verdienen in geologischer Hinsicht alle Beachtung, indem sie beweisen, dass in dem geschmolzenen Magma, aus dessen Erstarrung das Lavagestein entsteht, Wasserdampf vorhanden sei. Zugleich geht daraus hervor, dass die Gegenwart von liquiden Partikeln in Gemengtheilen eines Gesteins keineswegs der Festwerdung desselben aus geschmolzener Materie widerstreitet, und dass das Triumphgeschrei gewisser Ultraneptunisten bei der Entdeckung der mikroskopischen Flüssigkeitseinschlüsse im Granitquarz höchst überflüssig war.

Von der grössten Wichtigkeit, insbesondere für die Frage nach den genetischen Verhältnissen der Mineralien und Gesteine ist die Ermittelung der chemischen Beschaffenheit der Flüssigkeitseinschlüsse. Mehrfache Untersuchungen liegen in dieser Richtung vor, aus welchen sich die abweichende Natur der letztern ergeben hat. Der am meisten ins Auge fallende physikalische Gegensatz zwischen den einzelnen Vorkommnissen liquider Einschlüsse beruht darin, dass gewisse derselben ein sehr grosses Ausdehnungsvermögen besitzen, während andere nicht oder nur ganz wenig expansibel sind: bei jenen verkleinert sich während des Erwärmens innerhalb der Beobachtungsgrenzen die Libelle in der Flüssigkeit allmählig und verschwindet, bei diesen bleibt sie aber unverändert. Die letztern sind weitaus die häufigsten.

Bevor die über die physikalische und chemische Natur der Flüssigkeitseinschlüsse angestellten Forschungen zusammengefasst werden, ist eine Erwähnung derjenigen Apparate erforderlich, welche zur mikroskopischen Beobachtung der Wirkung von Temperaturveränderungen dienen. Es sind dies die sog. heizbaren Objecttische, welche auf den gewöhnlichen Objecttisch des Mikroskops gebracht werden, und auf welche das durch dieselben zu erwärmende Präparat zu liegen kommt. Der zuerst von Max Schultze [1]) construirte Messing-Tisch dieser Art läuft in zwei seitliche Arme aus, die durch untergestellte Spirituslampen erhitzt werden. Die Wärme pflanzt sich von hier aus nach der Mitte des Tischchens fort und wird durch ein darunter angebrachtes Thermometer gemessen, dessen Quecksilber-Cylinder mehrfach spiralig gewunden ist. Einen erheblichen Fortschritt bezeichnet der von

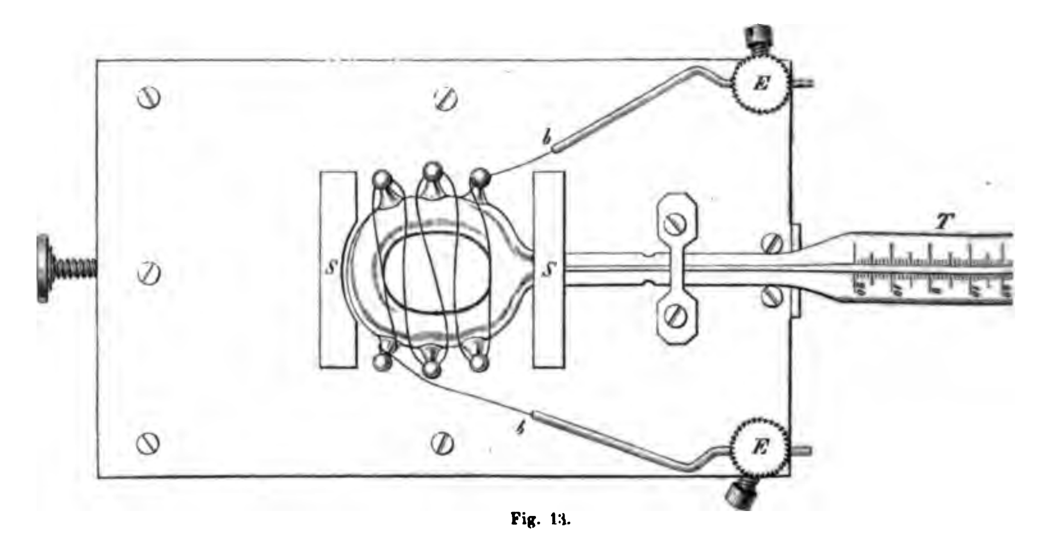


Fig. 13.

Vogelsang angegebene höchst zweckmässige Apparat [2]) (Fig. 13). Hier wird in sinnreicher Weise die Erwärmung der Objecte durch einen vermittelst des galvanischen Stroms erhitzten Platindraht bewirkt, welcher über dem ringförmigen Quecksilberbehälter eines Thermometers mehrfach hin und her geschlungen ist und so eine rostähnliche Unterlage für das Präparat gewährt. Die Kupferplatte des aufschraubbaren Tisches ist zur bessern Isolirung noch mit einer Ebonitplatte bedeckt; unmittelbar über dem Diaphragma desselben liegt der Quecksilberring, an welchem jederseits drei Glasknöpfchen zum Festhalten des darüber gewundenen Platindrahts (von 0.4. Mm. Dicke) an-

[1]) Archiv f. mikr. Anatomie 1865. I. 1. Einen sehr schwerfälligen Apparat ersann früher Alexander Bryson (Edinburgh new phil. journal 1861. XIV. 145).

[2]) Poggendorffs Annalen CXXXVII. 58.

geschmolzen sind; letzterer ist bei *b* mit zwei stärkern Kupferdrähten verlöthet, welche zu den beiden Electrodenhaltern *E* hinführen, die, um die Beobachtung am wenigsten zu hindern, mit dem Thermometer an der rechten Seite des Tisches liegen. Als seitliche Unterlagen für die Präparate dienen ein paar Stege (*S*), welche genau die Höhe bis zu der obern Grenze des Drahtrostes haben müssen. Mit zwei Bunsen'schen Elementen lässt sich die Quecksilbersäule des Thermometers bis zu 200° C. treiben; gewöhnliche Präparate aber gestatten doch über 150° C. hinaus keine Beobachtung mehr, da bei dieser Temperatur selbst alter hartgewordener Canadabalsam ins Kochen geräth. Durch Einschaltung eines geeigneten Rheostaten kann man einerseits die Geschwindigkeit der Temperaturveränderungen nach Belieben regeln, andererseits jeden erreichten Wärmegrad ziemlich unverändert festhalten.

Es ist einleuchtend, dass schon wegen der letztern Umstände der Vogelsang'sche Apparat vor dem ältern Schultze's den Vorzug verdient. Sowohl das Steigen- als das Sinkenlassen der Temperatur geht bei letzterm nur ausserordentlich langsam von Statten, und zudem bietet der erstere viel mehr die Gewissheit dar, dass man wirklich die Temperatur des zu untersuchenden Objects möglichst direct misst. Für die Beurtheilung der Temperaturmessungen ist übrigens zu bemerken, dass die starken Objective mit sehr geringem Focalabstand und breiter flacher Metallfassung um die Linse einen erkaltenden Einfluss auf die Oberfläche des Präparats ausüben; eine bei erhöhter Temperatur eintretende Erscheinung erfolgte z. B. unter Anwendung von Hartnack's Objectiv Nr. 4 (mit ungefähr 3 Mm. Focalabstand) bei 32° C.; bei Objectiv Nr. 7 (mit nur 0.3 Mm. Abstand) zeigte sich dieselbe erst bei 34°, und bei Objectiv Nr. 9 (nur mit 0.1 Mm. Abstand) gar erst bei 41—42°. Der abkühlende Einfluss der genäherten Metallmasse des Mikroskops musste somit durch eine Temperaturerhöhung von 2—10° C. ausgeglichen werden. [1])

Wohl die meisten mikroskopischen Flüssigkeitseinschlüsse bestehen aus W a s s e r oder aus einer L ö s u n g v o n S a l z e n o d e r v o n G a s i n v o r w a l t e n d e m W a s s e r. Bei denselben ist gewöhnlich die freiwillige Beweglichkeit der Libelle gering; bei jenen Lösungen wird innerhalb der Beobachtungsgrenzen weder durch steigende noch durch sinkende Temperatur das Volumenverhältniss zwischen Libelle und Flüssigkeit merklich verändert, ja selbst bei Temperaturen von —4° und von 120° C. ist keine Condensation der erstern zu gewahren. Diese Flüssigkeiten zeichnen sich auch durch ein verhältnissmässig grösseres Brechungsvermögen aus, welches die Contouren des ganzen Einschlusses etwas dunkler erscheinen lässt, als dies bei andern Flüssigkeiten mit kleinerm Brechungsindex der Fall ist.

---

1) Vgl. darüber noch W. Engelmann in Schultze's Arch. f. mikr. Anatomie IV. 334.

Die in mehreren Quarzen eingeschlossene Flüssigkeit wurde von Sir H. Davy als fast reines Wasser befunden[1]. Sorby brachte die Flüssigkeit in einer Höhlung eines transparenten Krystalls, welche ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser maass, zum Gefrieren und beobachtete, dass sie genau bei dem Thaupunkt des Eises aufthaute.[2] Liquide Einschlüsse enthaltende Quarze lieferten, in einer Glasröhre erhitzt, eine Flüssigkeit, welche bei niedriger Temperatur sich zu Krystallen condensirte, deren Gestalt und Thaupunkt dieselben waren wie die des Eises. Ausser diesem Wasser entweicht aber oft noch eine andere Substanz, welche sich näher an dem erhitzten Ende der Glasröhre condensirt als die Eisnadeln, und welche Chlorkalium oder Chlornatrium ist. Das Wasser besitzt auch häufig eine stark saure Reaction, herrührend von Chlorwasserstoffsäure, welche entweder von der Zersetzung der genannten Chloralkalien durch den erhitzten Quarz herstammt, oder, wie es sicher einige Mal der Fall, im freien Zustande in den Flüssigkeitseinschlüssen zugegen ist.

Um die Natur der in den wässerigen Einschlüssen aufgelösten Salze zu ermitteln, pulverte Sorby die Krystalle, deren Höhlungen dadurch eröffnet wurden, und zog dann die gelösten Salze mit destillirtem Wasser aus. Die Lösung wurde abfiltrirt, zur Trockne verdunstet, und dann konnte die Beschaffenheit der Salze vermittelst des Mikroskops und chemischer Reactionen erkannt werden. Auf diese Weise fand er (Juli 1858), dass die Flüssigkeit in den Quarzen oft eine sehr beträchtliche Menge von Chlorkalium und Chlornatrium, von den Sulphaten des Kali, Natron, Kalks und mitunter freie Säuren enthält. Dadurch wird auch erklärlich, weshalb Sorby nicht im Stande war, in einem Bergkrystall von Ceylon, welcher ausgezeichnete Flüssigkeitseinschlüsse von ungefähr $\frac{1}{100}$ Zoll (0.044 Mm.) führte, das Li-

---

1) Philosoph. Transactions Bd. 122. 367; Annales de chim. et de phys. XXI. 132.

2) In eine 8 Zoll lange und $\frac{1}{4}$ Zoll weite Glasröhre, welche an dem einen Ende geschlossen ist, werden die bei 100° getrockneten Stückchen des an sich wasserfreien Minerals gebracht; darauf füllt man die Röhre mit Luft, welche durch Chlorcalcium getrocknet ist. Das offene Ende wird mit einem wohlpassenden Kork verschlossen und das andere durch zwei einander gegenüberstehende Löcher eines kleinen Kästchens gesteckt, welches ein Gemenge von zerstossenem Eis oder Schnee und Salz enthält, so dass es einige Zoll daraus hervorragt. Alsdann erhitzt man das geschlossene Ende, an welchem sich die Mineralstückchen befinden, genügend stark, um die eingeschlossene Flüssigkeit aus den Höhlungen auszutreiben. Enthielten sie Wasser, so condensirt sich dieses als kleine Eisnädelchen an den kalten Theilen der Röhre. Ist sodann das Ganze abgekühlt, so wird die Röhre aus dem Kästchen herausgezogen, in eine starke Kochsalzlösung von einigen Graden unter dem Gefrierpunkt gebracht und darauf die Form der Krystalle mit einem Vergrösserungs-Instrument untersucht. Indem man sorgfältig das Steigen eines Thermometers in der allmählig sich erwärmenden Salzlösung beobachtet, kann die Temperatur, bei welcher die Kryställchen sich aufzulösen beginnen, festgestellt werden. (Quart. journ. of geol. soc. 1858. 472.)

quidum bei ungefähr — 20° C. zum Gefrieren zu bringen: denn reines Wasser friert, obschon es nach seinen Beobachtungen in Röhrchen von weniger als $\frac{1}{300}$ Zoll Durchmesser erst bei — 15° fest wird, auf der Stelle bei obiger Temperatur in Röhrchen von dem Durchmesser jener Flüssigkeitseinschlüsse. Auch wird dadurch das eigenthümliche Expansionsverhältniss der Flüssigkeit gedeutet. Auf Grund ausgezeichneter Daten fand er, dass im vorliegenden Falle bei 0° C. die Libelle sehr nahe 0.141 des Liquidums ausmachte; wäre das letztere reines Wasser, so müsste beim Erhitzen bis zu 189° C. das Bläschen absorbirt und die Höhlung mit der Flüssigkeit ausgefüllt erscheinen. Indem aber ein Theil des Quarzkrystalls in einem Paraffinbad so erhitzt wurde, dass er mit dem Mikroskop untersucht werden konnte, ergab es sich, dass erst bei 218—219° C. sich die Flüssigkeit bis zur gänzlichen Erfüllung der Höhlungen expandirte. Aus dem Pulver eines Theiles jenes Krystalls erhielt Sorby so viel Chloralkalien und Sulphate, dass er den Gehalt der Flüssigkeitseinschlüsse an diesen Salzen auf mindestens 15 % schätzte; 30 % konnte er nicht übersteigen, denn sonst müssten sich Krystalle in den Solutionen ausgeschieden haben. Nimmt man eine wässerige Lösung mit 25 % Chloralkalien und Sulphaten an, so ergibt sich aus den von Sorby aufgestellten Formeln, dass, ohne Einfluss des Drucks, eben bei 219. 4° C. das gegebene Quantum einer so beschaffenen Lösung den gegebenen Hohlraum ganz erfüllen werde.

Auch Pfaff hat in dem Wasser, welches er in den S. 49 erwähnten Gesteinen als ursprünglich mechanisch eingeschlossen bestimmte, Chlor nachgewiesen, welches er als an Natrium gebunden annimmt; gleichfalls ergaben ihm granitische Feldspathe die characteristische Reaction auf Chlor[1].

Ja es kommen in der That auch gesättigte Salzlösungen als mikroskopische Flüssigkeitseinschlüsse vor, welche durch die darin ausgeschiedenen Salzkrystalle charakterisirt sind. Bis jetzt ist nur gesättigte Chlornatriumsolution unter solchen Verhältnissen und zwar in Quarzen verschiedener Gesteine beobachtet worden.

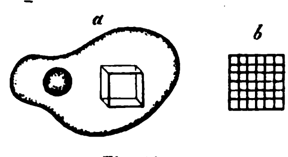


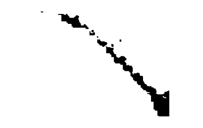
Fig. 14.

Diese Einschlüsse (Fig. 14a) enthalten in sich ein kleines wasserklares Würfelchen und daneben eine mehr oder weniger grosse Libelle, deren hin und wieder ersichtliche freiwillige Beweglichkeit die flüssige Natur des umgebenden Mediums ausser Zweifel stellt; mitunter ist auch sogar ein Wackeln der Würfel selbst wahrzunehmen. Bei den deutlichern Vorkommnissen sehen die Würfel innerhalb der Flüssigkeit wie von Glas gefertigt aus und sind so pellucid, dass die hintern haarscharfen Kanten und Ecken durch

[1]) Poggendorff's Annalen CXLIII. 618.

ihre Masse vorzüglich durchscheinen, und man die ganzen Dimensionen des Hexaëderkörpers übersieht. Bisweilen sind sie etwas rechteckig in die Länge gezogen oder an den Ecken etwas abgerundet. Auf den quadratischen Flächen erblickt man dann und wann eine feine, den Kanten parallel gehende Streifung (Fig. 14 b), wodurch eine schachbrettähnliche Quadratzeichnung darauf hervorgebracht wird, eine Erscheinung, die schon von vorne herein an die Oberfläche von Kochsalzwürfeln erinnert. Der grösste beobachtete Würfel hatte die ansehnliche Kantenlänge von 0.0125 Mm.; ein anderer mit 0.0072 Mm. langer Kante lag z. B. in einem 0.035 Mm. langen, 0.011 Mm. breiten Flüssigkeitseinschluss, welcher eine Libelle von 0.004 Mm. ausserdem aufwies. Diese Libelle blieb beim Erwärmen der Präparate auch über 100° hinaus und selbst bis zum Kochen des Canadabalsams durchaus in ihrer Grösse unverändert. Selbst die grössten Würfelchen können, zunächst von der Flüssigkeit und dann von dem doppeltbrechenden Quarz umhüllt, bei gekreuzten Nicols ihren optischen Charakter als einfach brechende Substanz nicht zur Geltung bringen. Ein ausgezeichnetes Vorkommniss dieser Art diente zu zwei Versuchsoperationen, welche die Frage entscheiden sollten, ob die Kryställchen in der That dem Chlornatrium angehören. Eine Anzahl rein ausgesuchter, pfefferkorngrosser Quarzbröckchen wurde in einer Schaale gepulvert, das Pulver mit destillirtem Wasser extrahirt; diese Flüssigkeit, welche durch allerfeinstes Quarzpulver etwas milchig war, wurde, um Filtrirpapier nicht anwenden zu brauchen, der Klärung überlassen, die sich in einem Tag vollzog. Sorgfältig war festgestellt worden, dass Wasser, Schaale, Pistill, Klärröhrchen absolut chlorfrei waren. In der geklärten Flüssigkeit brachte salpetersaures Silberoxyd eine unerwartet starke Chlorreaction hervor, nicht etwa ein Opalisiren, sondern einen ausgezeichneten und verhältnissmässig reichlichen Niederschlag. Andererseits ward auf spectralanalytischem Wege die Gegenwart von Natrium in demselben Quarz nachgewiesen. Hielt man in die Flamme ein Quarzstückchen, so erfolgte bei jeder Decrepitation desselben ein wiederholtes prachtvolles Aufblitzen der Natriumlinie, welche rasch wieder verschwand. Es bezeichnete jene Momente, wo eine der kleinen Höhlungen aufgesprengt wurde, und ihr Inhalt in die Spectralflamme gelangte.

Solche kochsalzwürfelführende Flüssigkeitseinschlüsse, welche selbst wohl zweifellos eine gesättigte Lösung von Chlornatrium sind, wurden bis jetzt fast nur in Quarzen verschiedener Gesteine aufgefunden; die schönsten, grössten und deutlichsten in einem Quarz aus dem Zirkonsyenit von Laurvig im südlichen Norwegen, der zu obigen Versuchen diente; ferner im Quarz des Diorits von Quenast in Belgien, des grobkörnigen Granits von Johann-Georgenstadt, des Hornblende-Andesits von Borsa-Bánya in Siebenbürgen, des Felsitporphyrs (Elvan) von Withiel in Cornwall, des feinkörnigen Gra-



nits, der am Goatfell auf der Insel Arran (Schottland) den grobkörnigen gangweise durchsetzt, des Quarz und Sanidin führenden dunkeln Felsitporphyrs, der an der Westküste von Arran neben den Pechsteinen von Tormore Gänge im rothen carbonischen Sandstein bildet, des postliasischen Syenitporphyrs zwischen dem Glamig und dem Sconcer Inn auf der Insel Skye (Hebriden); des krystallinischen Schiefers aus dem Engpass Trossachs beim Loch Katrine, Schottland [1]). Sorby beobachtete dieselben im Quarz der Granite von Trevalgan bei St. Ives und von der Ding-dong-Grube bei Penzance in Cornwall.

Dass Exhalationen von Chlorwasserstoffsäure bei den modernen Vulkanausbrüchen eine grosse Rolle spielen, und dass nicht minder gerade die Bildung von Kochsalz mit der Erstarrung der recenten Laven so vielfach sich verknüpft, ist bekannt. Und dass bei der uralten Entstehung gewisser granitischer und porphyrischer Gesteine das Chlornatrium gleichfalls irgendwie zugegen war, erweisen vorstehende Untersuchungen. Der Quarz krystallisirte hier unter Bedingungen, dass er Chlornatrium in sich einschliessen konnte. Doch sind diese genetischen Analogien vorläufig noch zu unbestimmt, um Weiteres darauf bauen zu können, wenn man auch ahnt und hofft, dass fernere Beobachtungen dieselben klären und erweitern werden.

In dem Kalkspath, welcher, mit lichtgrünem Glimmer gemengt, unter den vom Vesuv ausgeworfenen Blöcken vorkommt, ferner in dem Nephelin dieser Blöcke beobachtete Sorby [2]) auch sehr zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse mit würfelförmigen Krystallen; er hält letztere für Chlorkalium oder Chlornatrium und das Liquidum selbst für eine gesättigte Lösung dieser Salze. Hier finden sich auch wohl mehrere Würfelchen in derselben Flüssigkeit. Als ein Nephelinfragment mit dem Einschluss Fig. 15a zu einer ganz schwachen Rothgluth erhitzt wurde, erschien der Einschluss wie Fig. 15b. Die kleinern Krystalle waren verschwunden, der grössere war gewachsen und hatte sammt der Libelle den Platz verändert, woraus sich aufs klarste ergibt, dass die Höhlung im Nephelin eben eine Flüssigkeit enthielt, und dass die Krystalle darin löslich waren. Bei starker Rothgluth entwich die sich expandirende Flüssigkeit in den Nephelin hinein, und der Salzkrystall schmolz theilweise zu einem Kügelchen. Bemerkenswerth ist es, dass die Expansion der Flüssigkeit nur dann hinreicht, die sie umgebenden Krystallwände zu zersprengen, wenn die Hitze die der Rothgluth erreicht. Die Masse der Kryställchen macht bei-

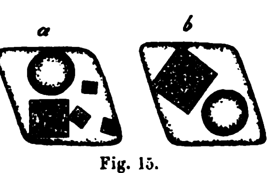


Fig. 15.

[1]) F. Z. Neues Jahrb. f. Mineral. 1870. 802.
[2]) Quart. journ. of geol. soc. 1858. 481.



läufig $\frac{1}{3}$ derjenigen des Liquidums aus, oder ungefähr 4 mal so viel, als sich aus einer Chlorkaliumlösung, welche bei der Temperatur des siedenden Wassers gesättigt ist, absetzt, und noch viel mal mehr, als sich aus einer solchen Chlornatriumlösung abscheidet. Daraus mag auf die hohe Temperatur geschlossen werden, welche bei der Entstehung dieser Nepheline wirksam war: denn sie ist durchaus nothwendig, um eine so beträchtliche Menge von Salz aufzulösen. Später beobachtete Sorby auch noch Einschlüsse ganz derselben Art in Smaragden; die Würfelchen lösten sich hier beim Erhitzen auf und krystallisirten beim Erkalten wieder heraus [1]).

Eine weitaus grössere Verbreitung scheinen aber diejenigen mikroskopischen Flüssigkeitseinschlüsse zu besitzen, welche aus Wasser und Kohlensäure bestehen. Vogelsang hat für mehrere Vorkommnisse den Nachweis geliefert, dass diese beiden Substanzen in der That zusammen in mikroskopischen Hohlräumen der Mineralien vorhanden sind [2]). Flüssigkeitseinschlüsse dieser Art gleichen in ihrer äussern Erscheinung sehr denjenigen, welche aus Wasser oder aus einer Lösung von Salzen in Wasser bestehen; dieselben füllen allemal die Höhlungen aussen vollständig, ohne irgend welche Abrundung der Ecken aus, weisen ein grösseres Brechungsvermögen auf, führen eine Libelle von vollkommener Kugelform, welche einen verhältnissmässig kleinen Theil des Gesammtvolumens des Einschlusses ausmacht; bei Veränderung der Temperatur, einerseits bis —4° hinab, andererseits bis +110° C. hinauf verändert diese Libelle ihre Grösse nicht, und von einer Condensation derselben ist nichts zu gewahren.

Vogelsang und Geissler bedienten sich zur Ermittelung der Natur dieser und der folgenden liquiden Einschlüsse des Spectralapparates. Die sie enthaltende Mineralsubstanz wurde in ein starkes retortenähnliches Gefäss gefüllt, welches luftdicht in ein Seitenrohr einer Spectralröhre eingeschliffen war. Am oberen Ende des letzteren stand ein anderes Seitenrohr in luftdichter Verbindung mit der Geissler'schen Quecksilberluftpumpe. Nachdem nun unter schwachem Erwärmen die Röhren so weit evacuirt und getrocknet worden waren, dass in der Spectralröhre beinahe kein Strom mehr hindurchging, ward das Mineral in der Retorte stärker, bis zum Decrepitiren erhitzt, worauf nach Schliessung des Stromes die Verbindung in der Spectralröhre durch eine starke Lichtlinie hergestellt erschien, welche dann auf die gewöhnliche Weise mit dem Spectralapparat untersucht wurde. Enthalten die Mineralien Wasser, so ist es allerdings sehr schwer, den Apparat völlig gasfrei zu erhalten, da während derselbe zur Trockne erwärmt und ausgepumpt wird, immer ein wenig von jenem Wasser nach aussen tritt.

---

[1]) The monthly microscopical journal 1. April 1869. 223.
[2]) Poggendorff's Annalen CXXXVII. 69.

Bei Bergkrystall aus dem Maderaner Thal war nach dessen Decrepitation das Spectrum in der Röhre anfangs nur dasjenige des Wasserstoffs, bald zeigte sich jedoch immer deutlicher auch die Kohlensäure. Der Inhalt der mikroskopischen Höhlungen (davon die grössten 0.15 und 0.2 Mm. lang und breit) war somit vorherrschend Wasser, untergeordnet Kohlensäure. Und zwar ist es viel eher wahrscheinlich, dass hier kohlensäurehaltiges Wasser vorliegt, welches eine Libelle von gasförmiger Kohlensäure umschliesst, als dass etwa Wasser und flüssige Kohlensäure besonders vorhanden seien, wobei dann die letztere den als Libelle erscheinenden Kugelraum erfüllte. Durchaus übereinstimmend, sowohl was das Verhalten im Spectralapparat, als was das Unverändertbleiben des Bläschens bei einer Erwärmung über 100° hinaus betrifft, verhielten sich Amethyste von Schemnitz, die Bergkrystalle von Poretta bei Bologna und Quarz aus dem Granit von Johann-Georgenstadt im Erzgebirge.

Wohl die merkwürdigsten mikroskopischen Flüssigkeitseinschlüsse sind indessen diejenigen, welche aus reiner Kohlensäure bestehen. 1858 sprach Simmler die Vermuthung aus, dass wohl gewisse der von Brewster mehrfach in den Mineralien aufgefundenen und beschriebenen Flüssigkeiten liquide Kohlensäure sein dürften, weil die angeführten physikalischen Eigenschaften am meisten mit denjenigen dieses seltsamen Körpers übereinstimmten[1]. Namentlich stützte sich diese Muthmassung auf das so beträchtliche Expansionsvermögen der Flüssigkeit, welches Brewster von 10—26.7° C. auf ungefähr ein Viertel ihres Volums bestimmt hatte, und auf deren niedrigen Brechungsexponenten (1.1311). Vogelsang hat dann (im Verein mit Geissler) 1868 für zwei Vorkommnisse durch eine Reihe von ingenieusen Experimenten die wirkliche Gegenwart eingeschlossener liquider Kohlensäure dargethan[2]) und fast gleichzeitig mit ihm gelangte Sorby zu demselben wohlbegründeten Resultat. Spätere Forschungen haben darauf den Kreis der mit dieser eigenthümlichen Substanz erfüllten Mineralien noch erweitert.

Ein Bergkrystall von unbekanntem Fundort, welchen Vogelsang untersuchte, besass Flüssigkeitseinschlüsse, davon die grössten bis 0.2 Mm., die meisten nur zwischen 0.01 und 0.03 Mm. lang waren, jeder mit einer Libelle ausgestattet, welche bei 20° C. ungefähr den dritten Theil des Raumes einnahm. Bemerkenswerth ist, dass die Flüssigkeit da wo die Höhlungen sich etwas röhrenartig verengten, bei gewöhnlicher Temperatur niemals diese kleinen Capillarräume vollständig erfüllte, sondern stets in sphäroidaler Form sich nach aussen abgrenzte (Fig. 16). Häufig

Fig. 16.

[1]) Poggendorff's Annalen CV. 1858. 460.

[2]) Ebendas. CXXXVII. 1869. 56.

erscheinen auch die Ecken der Höhlungen durch die Flüssigkeit abgerundet. Beim Decrepitiren des Minerals in dem eben erwähnten Apparat war das Spectrum dasjenige der reinen Kohlensäure. Als darauf eine grössere Menge des Quarzes in einer Probirröhre bei Abschluss der Luft zersprengt und sodann die Röhre in Kalkwasser gehalten und eröffnet wurde, war eine deutliche Trübung des letztern wahrzunehmen.

Zur Controle wurde zugleich die höchst beträchtliche Ausdehnung der Flüssigkeit durch die Wärme geprüft. Bei derselben Temperatur und demselben Beobachtungsapparat war das Volum-Verhältniss der Flüssigkeit zu der Gaslibelle bei den verschiedenen Einschlüssen nahezu dasselbe; denn während bei sehr langsamer Wärmesteigerung die Libelle sich zusehends verkleinerte, wurde das Letzte derselben in sämmtlichen Einschlüssen, welche man gleichzeitig übersehen konnte, auch sehr nahezu gleichzeitig und allemal bei demselben Thermometerstande des oben (S. 52) beschriebenen Erwärmungsapparats condensirt. Das Letzte der Libellen verschwand unter Anwendung von Hartnack's Objectiv Nr. 4 (vgl. S. 53) bei 32° C.; und bei demselben Grade, bei welchem die Libelle eines Einschlusses vollständig condensirt erschien, kehrte sie bei abnehmender Temperatur zuerst wieder sichtbar zurück, um bei fortschreitender Erkaltung sich allmählig wieder zu vergrössern. Bei 22° C. war das Volumverhältniss der Flüssigkeit zu der Gaslibelle etwa gleich 2 : 1; bei der Erwärmung von 22° auf 32° C. dehnte sich also die erstere scheinbar wenigstens um die Hälfte ihres Volumens aus, wobei indessen die Condensation des Gases und die Volumveränderung des umschliessenden Quarzes nicht mit berücksichtigt sind. Thilorier führt an, dass die flüssige Kohlensäure sich von 0—30° C. um die Hälfte ihres Volumens expandire, hat aber dabei ohne Zweifel die Condensation in Rechnung gebracht. Indem Vogelsang nach Thilorier's Angaben das Volum berechnete, welches eine gewisse Menge flüssiger Kohlensäure bei 20° C. einnimmt — ihr Volum bei 30° in demselben abgeschlossenen Raum gleich 1 gesetzt —, fand er nahezu den Werth $\frac{2}{3}$, womit die Beschaffenheit der Flüssigkeitseinschlüsse bei der Zimmertemperatur von 20° übereinstimmte.

Auch die Flüssigkeitseinschlüsse in den pingos d'agoa genannten Topasgeschieben vom Rio Belmonte in Brasilien, deren Gegenwart zuerst von Brewster nachgewiesen worden war, befand Vogelsang aus liquider Kohlensäure bestehend. Hier werden dieselben zunächst von einer eigenthümlichen nach aussen zackig abgegrenzten Topaszone umgeben. Auch bei diesen verschwand die Gaslibelle, welche bei 15° C. denselben Raum wie die einschliessende Flüssigkeit einnahm, schon zwischen 30 und 31° (Objectiv Nr. 4) gänzlich und kehrte während des Erkaltens bei derselben Temperatur wieder zurück. Ging die Temperaturerniedrigung rasch vor sich, so bildeten sich oft mehrere Bläschen gleichzeitig oder schnell

aufeinander, wodurch ein förmliches Aufwallen und Brodeln der Flüssigkeit entstand.

In den Quarzen einiger Gesteine beobachtete Vogelsang ferner Einschlüsse von flüssiger Kohlensäure, welche durch die beim Erwärmen sich rasch condensirenden (und zum Theil sich freiwillig lebhaft bewegenden) Libellen charakterisirt waren, neben solchen, deren Libellen bei Temperatursteigerung sich völlig indifferent verhielten, und welche vermuthlich aus Wasser und Kohlensäure bestehen. Dazu gehören der Granitgneiss des St. Gotthardt, wie er den grössten Theil dieser Centralmasse der Alpen zusammensetzt, der Granit von Aughrushmore in Irland, in dessen Quarzen das Bläschen auch wieder bei 30° verschwand, der graue Gneiss von Freiberg, bei welchem dies aber schon bei 20° erfolgte. Die expansible Flüssigkeit im farbenspielenden Labradorit von der Küste Labrador muss auch als liquide Kohlensäure angesehen werden[1].

Nahezu gleichzeitig mit Vogelsang hat Sorby ganz unabhängig davon Versuche mit den flüssigen Einschlüssen in Sapphiren angestellt und ist auf Grund der eigenthümlichen Expansionserscheinungen derselben ebenfalls zu dem Resultat gelangt, dass sie aus liquider Kohlensäure bestehen[2]. Die Temperatur, welche nöthig war, um das Fluidum bis zur Erfüllung der ganzen Höhlung auszudehnen, variirte von 20° bis 32° C.; bei einem Einschluss wurde das Volum genau gemessen und es schien sich zu ergeben, dass das Liquidum, wenn es von 0° auf 32° erwärmt wurde, sich von 100 auf 152 Volumtheile ausdehnte. Ein anderer Einschluss gestattete durch den gleichmässigen Umriss der Höhlung die Ermittelung der verhältnissmässigen Expansion bei verschiedenen Temperaturen. Das Volum der Flüssigkeit bei 0° C. zu 100 angenommen, betrug dasselbe bei

17½°	109
20°	113
25°	122
28°	130
30°	150[3]
31°	174
32°	217

Bei 32° war die Höhlung ganz erfüllt. Wenn schon die Expansion unter 30° sehr gross war im Vergleich mit irgend einer andern bekannten Substanz, ausgenommen Kohlensäure und Stickoxydul, so stieg doch die über

[1]) Ebendas. 265.

[2]) Proceedings of royal soc. XVII. 1869. 291. The monthly microscopical journal, 1. April 1869. 222.

[3]) Nach Thilorier dehnt sich die von 0° auf 30° erhitzte flüssige Kohlensäure im Verhältniss [illegible] 50 aus; vgl. oben S. 60.

30° in einem ganz unerwarteten Verhältniss. Die Ausdehnung zwischen 31 und 32° ist 780 mal so gross, als sie dem Wasser zukommen würde. Sorby glaubt, dass der Inhalt der Höhlungen ursprünglich aus sehr stark comprimirtem Gas bestanden habe, welches sich bei der Abkühlung zu einer Flüssigkeit condensirte. Wird bei der Expansion die ganze Höhlung gefüllt, so befinde sich die Kohlensäure in dem von Caignard Latour[1]) beschriebenen Zustande, welcher für Flüssigkeiten gerade vor ihrem Uebergang in ein comprimirtes Gas charakteristisch ist.

Auch Sorby beobachtete schon, dass bei den Einschlüssen im Sapphir die Libelle bei sinkender Temperatur nicht unmittelbar in ihrer frühern Gestalt wieder hervortritt, sondern dass plötzlich unzählige kleine Bläschen erscheinen, welche die Flüssigkeit förmlich kochend aussehen lassen, und die sich dann zu einer einzigen Blase vereinigen. Ferner macht er darauf aufmerksam, dass während in dem einen besonders wohl zu untersuchenden Falle die Libelle beim Erhitzen erst bei 32° C. verschwand, die aufkochenden Bläschen erst bei der Abkühlung auf 31° C. wieder erschienen. Berthelot hat gezeigt, dass die Kraft, mit welcher Flüssigkeiten an der Innenwand einer Glasröhre adhäriren, hinreicht, ihre Contraction zu dem Normal-Volumen zu verhindern, wenn sie so erhitzt werden, dass sie sich bis zur Erfüllung der Röhre ausdehnen und dann bis zu einer Temperatur erkalten, welche niedriger ist, als die zur Füllung erforderliche[2]).

Die gänzliche Unabhängigkeit beider dasselbe erweisender Untersuchungen von Vogelsang und Sorby mag denjenigen als Gewähr der Richtigkeit dienen, welchen das Vorkommen liquider Kohlensäure in der Natur vielleicht allzu auffallend erscheinen möchte.

Für die Basalte und Basaltlava hat es sich herausgestellt, dass die von verschiedenen Gemengtheilen beherbergten Flüssigkeitseinschlüsse bei denjenigen Vorkommnissen, welche sich überhaupt zur Untersuchung eignen, gleichfalls liquide Kohlensäure sind. So die in den Augiten z. B. der Basalte vom Pöhlberg bei Annaberg, vom Scheibenberg im Erzgebirge, vom Oelberg im Siebengebirge, vom Eisenrüttel auf der schwäbischen Alp; bei 30—32° C. wurde das Letzte der Libelle condensirt und kehrte dieselbe beim Erkalten wieder zurück; die Analogie aller physikalischen Eigenthümlichkeiten ist derart genau, dass wenn auch keine Spectralanalyse dieser nicht isolirbaren und ausserdem zu flüssigkeitsarmen Augite ausgeführt wurde, die Identität des Liquidums nicht zweifelhaft sein kann. Ferner verhält sich so das der Untersuchung fähige Liquidum in den basaltischen Olivinen, z. B. des Basalts von Marburg, vom Stillberg im Habichtswald, vom Westberg bei Hofgeismar, von der Stoffelskuppe und Pflasterkaute im

1) Annales de chimie 1822. XXI. 127. 178. XXII. 410.

2) Annales de chimie (III. ser.) XXX. 232.



Thüringer Wald, von Tichlowitz bei Tetschen und Kosakow in Böhmen, von Geising im Erzgebirge, der Basaltlaven vom Mosenberg in der Eifel (grösster Einschluss im Olivin 0.0108 Mm. lang, 0.0082 Mm. breit) und vom Kruster Ofen am Laacher See. Bei denjenigen Einschlüssen, welche nur wenig Flüssigkeit und eine grosse Libelle enthielten, trat bei erhöhter Temperatur eine Verdampfung der erstern ein, die Libelle vergrösserte sich, und schliesslich war der ganze Hohlraum mit Gas erfüllt. Sodann noch in den grössern triklinen Feldspathen der Basalte vom Kieshübel bei Dilln unweit Schemnitz und vom Berg Smolnik bei Kremnitz in Ungarn [1]).

Bezüglich der chemischen Beschaffenheit anderweitiger eingeschlossener Flüssigkeiten sind schliesslich noch die Beobachtungen Brewster's zu erwähnen. Beim Schleifen eines Schwerspath-Krystalls, welcher eine makroskopische Flüssigkeit mit kleinem beweglichem Gasbläschen enthielt, erfolgte ein bis zu dieser sich hinziehender Riss, wodurch das Liquidum aus dem Hohlraum ausgetrieben wurde. Dies geschah in Form von drei oder vier Kügelchen, von denen eines verhältnissmässig bedeutend grösser war. Am folgenden Tage hatte sich jedes der Kügelchen in einen festen Krystall von der primitiven Spaltungsgestalt des Schwerspaths verwandelt. Wenn überhaupt dabei ein Verdunstungsverlust stattfand, so muss er sehr gering gewesen sein, denn die Krystalle schienen dabei eben so gross wie die Flüssigkeitskügelchen. Mit einigen Modificationen wiederholte sich dieselbe Erscheinung bei einem andern Schwerspath, welcher mehrere Flüssigkeitseinschlüsse besass; auch hier wurden die von Rissen getroffenen Liquida durch die Expansion der Libelle tröpfchenweise hinausgetrieben, aber die aus den verschiedenen Hohlräumen stammenden krystallisirten bald sehr rasch, bald langsamer und bildeten auch nicht blos ein Individuum, sondern Gruppen kleiner Schwerspathkryställchen. Für einen Flussspath fand Brewster ebenfalls, dass die eingeschlossene und auf einem künstlich angebrachten Sprung austretende Flüssigkeit sich — vollständig erst im Lauf von vierzehn Tagen — in kleine Flussspathwürfelchen verwandelte. Ausserordentlich concentrirte Lösungen von schwefelsaurem Baryt und Fluorcalcium müssen daher in den betreffenden Krystallen vorhanden sein, und die Elasticität der Libelle ist augenscheinlich sehr gross; letzteres ergibt sich auch daraus, dass wenn man einen Einschluss von Flüssigkeit im Schwerspath direct bloslegt, dieselbe auf der Stelle förmlich herausgeblasen wird, ohne eine Spur zurückzulassen [2]).

---

1) F. Z. Basaltgesteine 1870. 33. 21. 60.

2) Edinburgh new philos. journal 1828. V. 94. Brewster fügt die Bemerkung hinzu, dass die bewegliche Libelle der Flüssigkeitseinschlüsse in verschiedenen Mineralien immer den obern Theil des Hohlraums einnimmt, in welchem das Liquidum sitzt, dass aber, wenn ma Ende eines heissen Drahts die Oberfläche des Krystalls zu-

Die Flüssigkeit in einem Steinsalz von Cheshire erkannte Brewster als eine gesättigte Lösung von Chlormagnesium, gemischt mit etwas Chlorcalcium [1].

Sehr bemerkenswerth, aber seiner Natur nach noch wenig aufgeklärt ist das hin und wieder beobachtete gleichzeitige Vorkommen von zwei verschieden beschaffenen und unmischbaren Flüssigkeiten in einer und derselben (mikroskopischen) Höhlung; der Einschluss sieht dabei so aus, als ob er zwei ineinandersteckende Libellen besässe (Fig. 17).

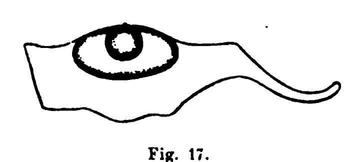


Fig. 17.

Die erste Nachricht davon verdankt man Brewster [2], welcher berichtet, dass Höhlungen in brasilianischen Topasen zwei Liquida, beide durchsichtig und unmischbar neben einander enthalten. Die dichtere Flüssigkeit, welche sich bei der Erwärmung nicht stärker als Wasser oder Oel auszudehnen scheint, hat einen Brechungsexponenten von 1.2946 (sehr viel niedriger als der des Wassers); sie nahm die Ecken der Hohlräume ein, oder die engen Canäle, welche zwei oder mehrere grössere Höhlungen in Verbindung setzten. Die seltene andere schien in tiefen Höhlungen auf der erstern zu schwimmen, hat einen Brechungsexponenten, welcher von 1.1311 (in einem sibirischen Amethyst) bis 1.2106 (Topas) variirt und ist zwischen 10° und 27° C. 21 mal expansibler als Wasser; die darin befindliche Libelle verschwindet schon durch die Wärme des Mundes oder der Hand, indem das Liquidum bei einer Temperatur von 74—84° Fahr. in Dampf verwandelt wird. Brewster glaubte nach den wenigen Versuchen, welche er mit den aus den Hohlräumen herausgenommenen Flüssigkeiten anstellen konnte, dass dieselben Kohlenwasserstoffe seien. Die dichtere wurde später Kryptolinit, die expansible Brewsterlinit genannt (Dana's Manual of mineralogy 5 ed. 1868. 761). Simler hat es wahrscheinlich gemacht, dass die letztere als liquide Kohlensäure anzusehen ist (vgl. S. 59).

Sorby, welcher früher schon Aehnliches in gewissen Gangquarzen wahrgenommen hatte [3], fand zahlreiche mikroskopische Einschlüsse mit zwei Flüssigkeiten und einer Libelle im Beryll (Aquamarin) [4]; er vermuthet, dass die eine Wasser, die andere liquide Kohlensäure sei.

---

nächst der unteren Seite des Hohlraums berührt, das Bläschen unverzüglich und sehr schleunig dahin hinabsteigt, nach Entfernung des Drahts aber seine frühere Lage wieder einnimmt.

1) Ebendas. 1829. VII. 111.

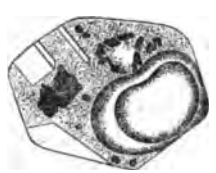
2) Edinburgh philos. journ. IX. 1823. Transact. of roy. soc. Edinburgh X. 1826. 407.

3) Quarterly journ. of the geol. soc. 1858. XIV. 473.

4) Proceedings of the royal soc. 1869. 295. 301.



In den brasilianischen Topasgeschieben vom Rio Belmonte beobachtete Vogelsang bis zu 0.5 Mm. grosse Einschlüsse, welche zwar auf den ersten Blick so aussehen, als ob sie ebenfalls aus zwei einander umschliessenden Flüssigkeiten (davon die innerste mit einer Libelle) beständen; indessen ist er nach vorsichtiger Erwägung eher geneigt, die äussere Zone, welche meistens nach aussen mit sehr feinen dendritischen Linien begrenzt ist, nicht für flüssig, sondern für fest zu halten und in derselben Topassubstanz von abweichender Dichtigkeit zu sehen, wie sie vielleicht durch die expansible Natur der innerlichen Flüssigkeit erzeugt sein könnte. Diese letztere, scharf getrennt, ist liquide Kohlensäure, welche nach Condensation ihrer Libelle beim Erwärmen keine Veränderung ihrer äussern Contouren zeigt. Aehnliche Gebilde beherbergen nach ihm die Quarze aus dem Granitgneiss des St. Gotthardt, welche wahrscheinlich ebenfalls nicht aus zwei Flüssigkeiten, sondern aus einem innern Liquidum und einer äussern festen Zone bestehen.[1]) Die einfache Brechung der letztern legt die Vermuthung nahe, dass sie aus Glasmasse gebildet wird.


Fig. 18.

Aeusserlich wenigstens vergleichbar sind diejenigen mikroskopischen Einschlüsse (Fig. 18), welche Sorby in den Rubin-Spinellen von Ceylon entdeckte[2]). Sie werden zum grossen Theil zusammengesetzt aus einer gelben Substanz, welche entweder ein fester Körper oder eine sehr zähe Flüssigkeit zu sein scheint und durchsichtige oft schön gestaltete reguläre Würfel, wasserklare, prismatische oder tafelförmige Krystalle mit starker Wirkung auf das polarisirte Licht und schwarze opake Krystalle entweder als grössere Individuen oder blosse Körner in sich enthält. Der Rest des Einschlusses besteht jedesmal ungefähr zum dritten Theil aus einer farblosen Flüssigkeit mit einer doppelt so grossen Libelle darin; beim Erwärmen scheint sich dieses Liquidum zu contrahiren, da es gänzlich in Dampf übergeht.

Es ist theoretisch am wahrscheinlichsten und durch die Beobachtungen oftmals constatirt, dass in einem und demselben Präparat die Libellen der sämmtlichen Flüssigkeitseinschlüsse überhaupt beim Erwärmen auch nahe zu gleicher Zeit verschwinden. In dem Quarzgestein mehrerer Gänge der Goldregion Californiens (z. B. Kate Hayes-Vein, Noranbagua-Mine, North Star-Mine) fand aber J. A. Phillips[3]) mikroskopische Flüssigkeitseinschlüsse mit Libellen, welche in demselben Präparat bei sehr verschiedenen Temperaturen verschwanden, z. B. einige bei 180° Fahr. (82° C.), andere eben

---

1) Poggendorffs Annalen CXXXVII. 1868. 66 und 265.
2) Proceedings of the royal. soc. Nr. 109. 1869. 294.
3) Philosophical Magazine, November 1868.



über der Temperatur des siedenden Wassers (100° C.), während andere bei 365° Fahr. (185° C.) noch unverändert geblieben waren. Bei einem Quarzkrystall von der Mariposa-Mine verschwanden in sechs Einschlüssen die Libellen bei 250° Fahr. (121° C.), 260°, 280°, 290°, 310°, 320° Fahr. (160°C.), andere noch nicht bei 362° Fahr.

b) Glaseinschlüsse.

Wenn ein Krystall aus einer künstlich geschmolzenen Materie sich ausscheidet, so hüllt er während seines Wachsthums sehr häufig kleine isolirte Partikel des Schmelzflusses mechanisch in seine Masse ein, welche, indem sie rasch erstarren, sich gewöhnlich als Einschlüsse von glasiger Substanz darbieten. Es ist dies ein ganz analoger Process wie die oben erwähnte Aufnahme von Mutterlauge-Theilchen bei den aus einer wässerigen Lösung entstehenden Krystallen. Als jene Glastheilchen zuerst von dem sich vergrössernden Krystall aufgenommen wurden, stellten sie in der That Einschlüsse der umgebenden geschmolzenen Flüssigkeit dar, einer Flüssigkeit aber, welche bei gewöhnlicher Temperatur nicht liquid bleiben konnte, sondern zu einem festen Körper erstarren musste.

Vielleicht die deutlichsten mikroskopischen Glaseinschlüsse[1] finden sich unter den künstlichen Steinproducten innerhalb der dünnen Krystalle von basischem Eisenoxydulsilikat, welche sich so häufig in den Schlacken von Kupfer- und Nickelerzen ausbilden: sie haben eine bald langgezogene, bald rundliche und eckige Gestalt und stimmen in ihrer Beschaffenheit durchaus mit dem den Krystall umgebenden Schlackenglas überein. Dieselben Gebilde beobachtet man auch in dem Humboldtilith der Eisenschlacken.

Wie flüssige so kommen auch glasige Einschlüsse hin und wieder in den natürlichen Mineralgebilden mit makroskopischen Dimensionen vor. Das ausgezeichnetste Beispiel dieser Art ist vielleicht ein Pechstein von der Nordostküste der schottischen Insel Arran, in dessen ausnahmsweise bis ¼ Zoll langen Quarz- und Feldspathkrystallen hirsekorn- bis pfefferkorngrosse isolirte Einschlüsse der umgebenden graulichgrünen Glasmasse schon mit blossem Auge zumal im Dünnschliff vortrefflich zu sehen sind[2]; es ist übrigens höchst selten, dass man ein vorzugsweise nur mikroskopisches Texturverhältniss so deutlich makroskopisch gewahrt, und alle die wichtigen genetischen Folgerungen, welche sich an das Dasein und die Beschaffenheit jener hyalinen Ge-

1) Sorby nannte die Glaseinschlüsse wegen ihrer den Flüssigkeitseinschlüssen analogen Bildung *glass cavities*; vgl. die Anm. auf S. 40; daher die glücklicherweise grösstentheils aufgegebene frühere Bezeichnung „Glasporen." v. Lasaulx spricht 1871 gar noch von „isolirten Glasporen" im vulkanischen Sande, worunter er rundliche selbständige Glaspartikel versteht; bei der Bildungsweise dieser „Poren" kommt freilich ein Hohlraum überhaupt nicht mehr ins Spiel.

2) F. Z. in Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXIII. 1871. 43.



bilde knüpfen, sind nur durch das Studium gerade der winzigsten derselben ermöglicht worden.

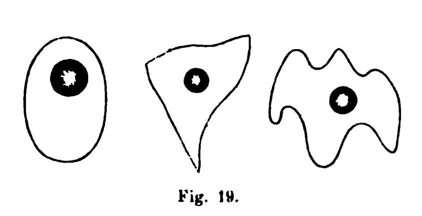
In gewissen Mineralvorkommnissen besitzen die mikroskopischen Glaseinschlüsse eine ganz ungeheure Verbreitung. Sie finden sich sowohl in den Gemengtheilen derjenigen Gesteine, deren Masse zum grössten oder grossen Theil selbst zu Glas erstarrt ist, wie z. B. die porphyrartigen Obsidiane, die Pechsteine, als auch in solchen, welche bei ihrer Festwerdung lediglich oder fast gänzlich zu einem Aggregat von Krystallen ausgebildet wurden, zwischen denen keine oder nur spurenhafte glasige Grundmasse steckt. Wo immer sich die Glaseinschlüsse zeigen, da liefern sie den unanfechtbarsten Beweis dafür, dass der sie einhüllende Krystall in Gegenwart einer geschmolzenen Masse fest geworden ist[1].

Da wo solche Krystalle innerhalb einer Glasgrundmasse eingebettet liegen (wie z. B. die Feldspathkrystalle in den Obsidianen), stimmt allemal die Farbe der Glaseinschlüsse mit derjenigen der den Krystall umgebenden Glasmasse überein: ist diese grün, so auch jene grün, ist diese braun oder in dünnen Schichten grau, so jene gleichfalls. Durch diesen Umstand wird auf das klarste dargethan, dass die gedachten Krystalle sich aus demjenigen Magma ausgeschieden haben, welches beim Erstarren auch die danebenliegende Glasgrundmasse lieferte, und dass diejenigen Geologen eine unrichtige Ansicht verfolgen, welche glauben, jene Gesteine seien aus einer Einschmelzung älterer entstanden und ihre Krystalle nur gerettete Ueberreste der letztern. Mit dieser Art und Weise der Bildung hängt es alsdann auch zusammen, dass oftmals aus der umgebenden Masse kürzere Glaskeile und unregelmässig sich verästelnde Adern von Glassubstanz selbst bis in die Mitte der Krystallmasse sich hineinerstrecken; diese Erscheinung bekundet gleichfalls die thatsächliche Ausscheidung der Krystalle aus dem einst plastisch gewesenen Magma der ringsum befindlichen Masse. Wenn ein solcher Glasarm von unten emporkommt und von der Ebene des Dünnschliffs durchschnitten wird, so meint man oft auf den ersten Blick einen isolirten Glaseinschluss vor sich zu haben; wird aber vermittelst der Mikrometerschraube das Präparat langsam emporgedreht, so erkennt man gewöhnlich deutlich, wie er nach unten zu mit dem den Krystall umsäumenden Glas zusammenhängt.

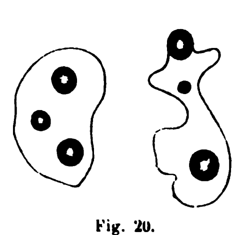
---

[1]) Laspeyres wollte (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1864. 376) bei der Beschreibung der halleschen Porphyre allgemein das Vorhandensein ächter Glaseinschlüsse nicht anerkennen. Nicht mit Unrecht erwiderte darauf Vogelsang (Philos. d. Geol. 1867. 189) „dass mikroskopische Untersuchungen jener Gesteine, denen diese so sehr hervortretende Eigenthümlichkeit entgangen ist, den Namen derartiger Arbeiten nicht füglich beanspruchen dürften." Auch E. Weiss verhielt sich 1866 gegenüber der Anerkennung leibhaftiger Glaseinschlüsse noch sehr reservirt (Beiträge zur Kenntniss der Feldspathbildung. Haarlem S. 18. 141. 156.) und glaubte diese Gebilde ebensowohl als Krystallmasse in Krystallen deuten zu können.

Die hyalinen Einschlüsse in den Gemengtheilen der ganz oder fast ganz krystallinischen Gesteine (z. B. Trachyte, Phonolithe, Basalte, Melaphyre, Granitporphyre) verweisen aber unbestreitbar darauf, dass diese Krystalle — also das ganze Gestein — aus einem Magma entstanden sind, welches unter anderen Umständen zu einer Glassubstanz sich hätte verfestigen können, d. h. aus einer geschmolzenen Masse. Wird auch hier eine zugehörige Glassubstanz, mit welcher sie direct in Verbindung gebracht werden könnten, als solche daneben vermisst, so sind die glasigen Einschlüsse an sich so charakteristisch, dass man sie, wo immer sie sich darbieten, nicht verkennen wird. Diese unscheinbaren mikroskopischen Körperchen bilden somit einen Ausgangspunkt, von welchem aus auf exactem Wege zur Lösung einer der allerschwierigsten geologischen Streitfragen geschritten werden kann.

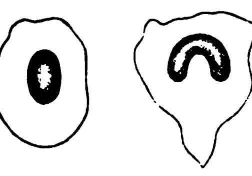

Fig. 19.

Die in fremder Krystallmasse eingeschlossenen mikroskopischen Glaspartikel haben sehr oft eine dem eirunden oder kugelrunden genäherte tropfengleiche Umgrenzung, mitunter aber auch eckige und zackige, unregelmässige und keilähnliche Form (Fig. 19). Nicht gar selten ist auch die oben gleichfalls für die Flüssigkeitseinschlüsse angeführte Erscheinung, dass ihre Contour die Gestalt des sie einschliessenden Krystalls im Miniaturmaassstabe wiedergibt. Wir haben es also hier gewissermaassen mit negativen Krystallen zu thun, deren Hohlraum mit Glas erfüllt ist, ein Umstand, wodurch die Analogie zwischen liquiden und festen glasigen Einschlüssen noch erheblich verstärkt, andererseits die einstmals plastische Beschaffenheit der letztern entschieden dargethan wird. So kommen in den vesuvischen Leuciten isolirte Partikel braunen Glases vor, welche ihrerseits ausserordentlich scharf die Leucitform zur Schau tragen. Vielorts z. B. in Felsitporphyren, Trachyten, Pechsteinen besitzen die Glaseinschlüsse im Quarz vermöge ihres dihexaëdrischen Umrisses, der oft als solcher hervortritt, einen hexagonalen oder rhomboidalen, diejenigen im Feldspath einen länglich rechteckigen Durchschnitt, so dass man schon aus der Configuration derselben zu erkennen vermag, ob es Quarz oder Feldspath ist, der sie einhüllt. Ja in Augitkrystallen gewahrt man hyaline Einschlüsse, welche auf das zierlichste in der complicirten Augitform (Prisma von 87°, Orthopinakoid, Klinopinakoid, grosse dachähnliche Hemipyramide) um und um ausgebildet sind.


Fig. 20.

In den Glaspartikeln findet sich nun gewöhnlich gleichfalls ein dunkelumrandetes Bläschen oder auch mehrere derselben (Fig. 20). Diesem

Bläschen innerhalb des starren Glases ist natürlich die freiwillige Bewegung oder die durch Erwärmung bewirkte Ortsveränderung, wie sie die Libellen der liquiden Einschlüsse charakterisirt, durchaus versagt. Manche Glaseinschlüsse weisen drei, vier, fünf und mehr Bläschen auf, mitunter aber sind sie auch, anstatt grössere Hohlräume zu zeigen, durch und durch feinporös. Das Bläschen ist in der Regel ziemlich kugelrund, oft eirund, hin und wieder birnförmig oder sackähnlich und schlauchförmig gekrümmt (Fig. 21).


Fig. 21.

H. C. Sorby nahm im Einklang mit seiner Ansicht über den Ursprung der Libellen in den liquiden Einschlüssen an, dass diese Bläschen durch die Contraction des innerhalb der Krystallsubstanz eingehüllten geschmolzenen Glasmagma-Partikels während der Verfestigung desselben gebildet worden seien. Abgesehen davon, dass dieser Vorgang nicht experimentell bewiesen ist, spricht insbesondere die im Verhältniss zu dem Volumen der Glaseinschlüsse mitunter auch hier sehr abweichende Grösse der Bläschen gegen die allgemeine Richtigkeit dieser Deutung, indem gleich umfangreiche Glaspartikel in demselben Krystall Bläschen von den verschiedensten Dimensionen aufweisen. Es scheint vielmehr, dass wohl in den meisten Fällen das Bläschen schon in dem Glaseinschluss präexistirend gewesen ist[1]. Möglicherweise hat dasselbe eigentlich den Einschluss an seine Stelle geführt; es riss, aus dem Glasmagma aufsteigend, einen Partikel desselben mit sich und heftete sich mitsammt demselben während des Wachsthums des Krystalls an diesen fest. So würde die Gegenwart des Gasbläschens den Glaseinschluss, nicht umgekehrt der letztere die erstere erklären. Bei dieser Auffassung werden auch zwei sonst nicht leicht verständliche Verhältnisse von selbst gedeutet. Man findet nämlich Glaseinschlüsse, deren Bläschen nicht etwa in diesen, sondern nur an diesen haftend sitzt (Fig. 22a). Ferner erscheinen innerhalb desselben Vorkommnisses alle Uebergänge von Glaspartikeln, welche nur mit winzigen Bläschen versehen sind, und bei denen das letztere gegen das Glas vollkommen zurücktritt (Fig. 22b), bis zu solchen bald kugelrund bald eiförmig gestalteten Gebilden, die der Hauptsache nach aus einem Bläschen bestehen, welches nur von einer dünnen Glashülle umgeben wird (Fig. 22c). Selbst wenn diese hohle Glaskugel sehr dünn ist, kann man die Substanz derselben wegen ihrer gewöhnlich abweichenden Farbe noch deutlich zwischen dem umfangreichen innern

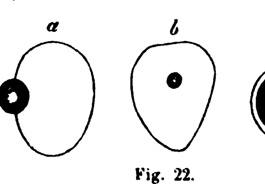


Fig. 22.

[1] Vgl. darüber auch Vogelsang, Philosophie der Geologie u. s. w. 1867. 189.



Bläschen und der äussern Krystallmasse erkennen. Dass bei diesem Erklärungsversuch mit dem allmähligen Dünnerwerden der das Bläschen umhüllenden Glashaut der genetische Unterschied zwischen Glaseinschlüssen mit Bläschen und blossen Dampfporen an Schärfe einbüsst, ist selbstverständlich.

Neben den bisher besprochenen gibt es indessen auch andere, freilich beträchtlich seltenere Einschlüsse, welche zweifellos ebenfalls aus Glas bestehen, aber nicht mit einem Bläschen ausgestattet sind.

Davon, dass die Glaseinschlüsse in der That rings von Krystallmasse umgeben sind, kann man sich durch Herauf- oder Hinabbewegen des Präparats vermittelst der Mikrometerschraube allemal zur Genüge überzeugen. Allerdings ist man nur selten im Stande, die wirklich amorphe Natur dieser Gebilde auf physikalischem Wege mit unzweifelhafter Sicherheit darzuthun. Da sie meist in polarisirenden Krystallmassen eingeschlossen sind, und diese bei jeder Stellung der Nicols, wenn nicht gerade die optische Axe parallel der Mikroskopaxe geht, farbig erscheinen, so geschieht es, dass bei gekreuzten Nicols die alsdann eintretende Dunkelheit der Glasmasse durch die Farbigkeit des Krystalls verdeckt wird. Wo dagegen ein hyaliner Einschluss in einem regulären Krystall z. B. Nosean eingebettet liegt, da macht er bei Drehung der Nicols alle Veränderungen der Helligkeit und Dunkelheit mit jenem durch, gewinnt bei gekreuzten Schwingungsebenen die gleichmässige Dunkelheit. Dasselbe ist der Fall, wenn ein Glaspartikel von einem optisch einaxigen Krystall umhüllt wird, dessen optische Axe mit der Mikroskopaxe zusammenfällt. Ist der Glaseinschluss gross und der Schliff gerade sehr dünn, so dass keine darunter oder darüber liegende doppeltbrechende Substanz störende Farbenerscheinungen zeigen kann, so bemerkt man natürlich auch, dass jener bei gekreuzten Nicols dunkelschwarz wird.

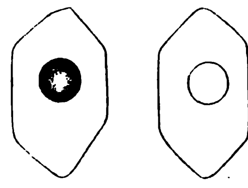
Nach dem Vorhergehenden sind die glasigen und die flüssigen Einschlüsse in ihrer äussern Erscheinung mitunter recht ähnlich; namentlich wenn die Masse farblos und nur ein unbewegliches Bläschen vorhanden ist, mag die Entscheidung für den festen oder flüssigen Zustand sehr schwer sein. Im folgenden ist versucht worden, diejenigen Eigenthümlichkeiten zusammenzustellen, vermittelst deren die starre oder liquide Natur eines amorphen Einschlusses mehr oder weniger zuverlässig nachgewiesen werden kann.

1) Die freiwillige Beweglichkeit der Libelle sowie die durch Temperaturerhöhung bei ihr erzeugte Orts- und Formveränderung deutet allemal auf einen flüssigen Partikel. Diese Momente bilden übrigens das einzige für die liquide Beschaffenheit zweifellos entscheidende Merkmal.

2) Sind in einem und demselben Einschluss mehrere Bläschen vorhanden, so spricht dies für die Starrheit desselben; völlig erwiesen ist

dieser Zustand, wenn trotz der Erhöhung der Temperatur keine Bewegung und Vereinigung der Bläschen eintritt. Liegen mehrere Einschlüsse mit je einem Bläschen dicht neben oder übereinander, so muss man sich vor Täuschungen hüten; Anwendung von starker Vergrösserung lässt aber meistens den etwaigen Beobachtungsfehler rasch erkennen.

3) Die intensiv grün, braun oder gelb gefärbten bläschenführenden Einschlüsse von amorpher Beschaffenheit sind mit grösster Wahrscheinlichkeit starr; für die Glaseinschlüsse tritt jene dunklere Färbung namentlich da hervor, wo eine darin übereinstimmende Glasgrundmasse in der Nähe ist. Sehr unregelmässig zackige Contouren mit keilähnlichen Spitzen gehören eher einem gläsigen als einem liquiden Einschluss an.


Fig. 23.

4) Der feste Aggregatzustand ist erwiesen, wenn das unbewegliche Bläschen sich nicht im Innern des Einschlusses findet, sondern als seitlicher Anhang daran sitzt (vgl. Fig. 22a).

5) Wird ein bläschenführender Glaseinschluss (Fig. 23) von der Schliffebene getroffen und dabei das Bläschen durchschnitten, so füllt sich die concave Halbkugel des letztern beim Einlegen des Präparats mit Canadabalsam; der eigenthümliche Reflex einer Halbkugel kann somit nicht hervortreten, es erscheint eine zart umrandete helle Scheibe, die von der umgebenden Masse des Einschlusses weniger deutlich abgegrenzt ist. Nur eine feste Substanz vermag sich unter solchen Umständen in einer Krystallmasse zu erhalten: trifft die Schliffebene einen Flüssigkeitseinschluss, so rinnt derselbe natürlich mitsammt seinem Bläschen gänzlich aus. Sind zahlreiche glasige Einschlüsse vorhanden, so ist es höchst wahrscheinlich, dass der eine oder andere mit jenem charakteristischen Merkmal ausgestattet sein wird, welches auf die Natur der übrigen, sonst ähnlichen Licht wirft.

6) Die mit Bläschen versehenen Einschlüsse lassen sich manchmal auch durch die Contouren sowohl ihrer selbst als der Bläschen vortrefflich von einander unterscheiden. Die Randbegrenzungen der Flüssigkeitspartikel erscheinen im durchfallenden Licht ziemlich breit und dunkel, die der Glaskörner indess schmal und fein; das Bläschen der Flüssigkeitseinschlüsse scheint dagegen schmal umrandet im Vergleich mit demjenigen der Glaseinschlüsse, welches aus einer breiten dunkeln Zone mit einem kleinen lichten centralen Fleck besteht. Es rührt dieses abweichende Aussehen von der verschiedenen Brechung her, welche das Licht beim Durchgang durch zwei benachbarte verschiedene Medien erleidet. Ist der Brechungsexponent

des luftleeren Raumes 1.00 (Bläschen)
des Quarzes 1.547



der Glaseinschlüsse 1.488 (angenommen Obsidian)

der Flüssigkeitseinschlüsse 1.336 (angenommen Wasser),

so ist es offenbar, dass z. B. ein im Quarz liegender Flüssigkeitseinschluss viel breiter umrandet aussehen muss, als ein ebenfalls im Quarz befindlicher Glaseinschluss; denn im ersten Falle beträgt die Differenz der Brechungsexponenten beider Medien 0.211, im zweiten Falle nur 0.059 (Unterschied 0.152). Ebenso müssen die in den Flüssigkeitseinschlüssen enthaltenen Bläschen lichter umrandet erscheinen als die in den Glaseinschlüssen; denn bei den erstern ist die Differenz der Brechungsexponenten von Wasser und luftleerem Raum 0.336, bei letztern die von Glas und luftleerem Raum 0.448 (Unterschied 0.112). Alle Bläschen sind daher auch an sich stets viel dunkler umrandet als irgend ein glasiger oder flüssiger Partikel. Uebereinstimmend mit dem gegenseitigen Verhältniss des Unterschiedes dieser Differenzen ist auch für die Glaseinschlüsse die grössere Schmalheit der äussern Umrandung charakteristischer als die grössere Dunkelheit ihres Bläschens. Für den Fall einer Annahme von Gas in den Bläschen oder eines Gehaltes an Salzen in der wässerigen Flüssigkeit erleiden diese Verhältnisse kaum eine Veränderung; ist das Liquidum flüssige Kohlensäure, welche einen noch niedrigern Brechungsexponenten besitzt als Wasser, so treten die berührten Gegensätze gegen die Glaspartikel noch mehr hervor.

Die mikroskopischen hyalinen Einschlüsse finden sich bald ganz unregelmässig durch die Krystallmasse vertheilt, bald an gewisse Stellen gebunden; so ist oft, z. B. in den Feldspathen der Trachyte und Andesite das Centrum der Krystalle überreich daran, die äussere förmlich rahmenähnliche Zone fast ganz frei davon, darauf hindeutend, dass in den ersten Stadien der Krystallbildung die mechanische Einhüllung geschmolzener Partikelchen massenhaft vor sich ging, bei fortgesetztem Wachsthum aber nicht

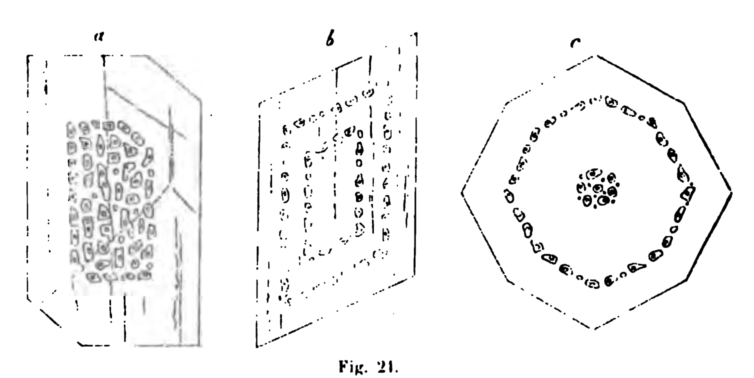
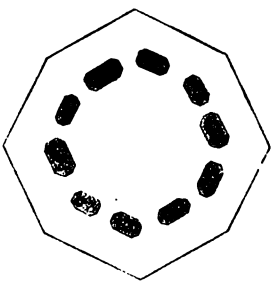


Fig. 24.

weiter erfolgte (Fig. 24 a). Oder es findet andererseits, freilich wohl seltener, der umgekehrte Fall statt. Gar manchmal zeigt sich die charakte-



ristische Erscheinung, dass die Gruppirung der Glaskörner von der äussern Gestalt des Krystalls abhängig ist. Einerseits besitzen die centralen Haufen oft ziemlich scharfe Umgrenzungen, die den Rändern der Krystalldurchschnitte, welche Lage dieselben immer haben mögen, parallel gehen (Fig. 24a); andererseits sind die Glaseinschlüsse in den Krystalldurchschnitten zu Linien dicht aneinander gereiht, welche in ihrer Vereinigung ebenfalls die verjüngte concentrische Figur des äussern Krystallumrisses darstellen (Fig. 24b und c). Da jedweder der benachbarten Krystalldurchschnitte dasselbe offenbart, so haben wir es also hier mit förmlichen Schichten von Glaskörnern zu thun, welche auf der Oberfläche einer in den Krystall eingeschrieben gedachten, übereinstimmend geformten, nur kleinern Krystallgestalt vertheilt sind: der Krystall wurde in einem Zeitpunkte seines Wachsthums auf seiner ganzen Oberfläche von zahlreich anhaftenden isolirten Theilchen des umgebenden Schmelzflusses bedeckt und vergrösserte sich darauf wieder durch Ansatz seiner eigenen Masse. Mitunter fand dieser Process wiederholt statt und es ergeben sich so mehrere concentrische Zonen von aneinandergereihten Glaskörnern, getrennt durch einschlussfreie Krystallsubstanz. Diejenigen Partikel, welche mit einer Längsaxe versehen sind, liegen damit gewöhnlich der Verbindungslinie der einzelnen parallel. Ausserordentlich deutlich gewahrt man diese gesetzmässige von der Krystallbildung beherrschte Einlagerung der fremden Glaseinschlüsse z. B. in den Leuciten und Feldspathen. Sehr zierlich ist die Erscheinung, welche nach F. Kreutz Leucite aus der Vesuvlava von 1868 aufweisen: sie umhüllen eine Anzahl von Theilen braunen Glases, welche selbst die Leucitgestalt angenommen haben und so in den Krystall gelagert sind, dass ihre Seiten parallel den Seiten des letztern liegen (Fig. 25.)


Fig. 25.

Wie die glasige Grundmasse mancher Gesteine stellenweise durch Ausscheidung winziger nadelförmiger Kryställchen zum Theil entglast ist, so hat sich derselbe Process auch in vielen der mikroskopischen Einschlüsse von Glas innerhalb der Krystalle des Gesteins wiederholt. Da dieselben im Moment ihrer Einhüllung geschmolzene Partikel waren, zeigen sich oft schmale Krystallgebilde von ausserordentlicher Kleinheit darin ausgeschieden (Fig. 26 *a*, *b*, *c*), welche übrigens auch manchmal in dem aufgenommenen Glastropfen bereits vorhanden gewesen sein mögen. Alle Stadien kommen vor zwischen rein hyalinen Einschlüssen, solchen, welche durch spärliche Kryställchen nur wenig, und solchen, die durch viele innig durcheinandergewirrte Krystallfasern so stark entglast sind, dass das Glas zwischen diesem Krystallgewebe nur schlecht oder kaum mehr hervortritt (Fig. 26 *d*, *e*). Im letztern Falle fehlen sehr häufig die Bläschen. Sind nur spärliche Nädel-

chen in dem Glaseinschluss vorhanden, so sitzen sie gewöhnlich an der äussern Umrandung desselben, nach dem Innern zu gerichtet (*c*), oder auch wohl sternförmig um das Bläschen herum (*f*); mitunter ragen sie in den

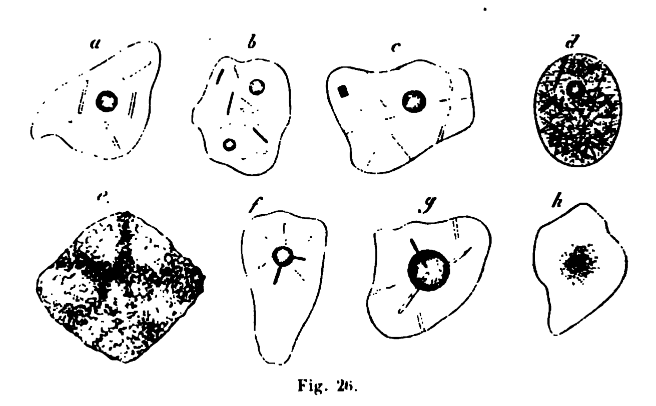


Fig. 26.

Hohlraum des Bläschens hinein zum Beweis, dass sie sich bildeten, als der Glaspartikel noch plastisch war (*g*). Häufig ist es, dass im Centrum der Glaskörner sich ein kleines Häufchen oder Flöckchen zartester Krystallfäserchen ausgebildet hat, welches von einer reinen Glaszone umgeben wird (*h*): dass hier bei diesen unendlich winzigen Gebilden die innersten Theile des Schmelzpartikels krystallinisch, die äussern glasig erstarrt sind, ist ein Vorgang, der an die auf dieselbe Weise erfolgende Festwerdung mancher Lavaströme erinnert. Hin und wieder sind die nadelförmigen Krystallausscheidungen in den Glaseinschlüssen einigermaassen regelmässig zusammengruppirt, z. B. zu gestrickten Figuren wie es Fig. 27 angibt.



Fig. 27.

Die Entglasungsproducte der mikroskopischen hyalinen Einschlüsse sind übrigens unter einander abweichender Art; bald sind es blassgrüne oder bräunlichgelbe oder schwarze Nädelchen, bald blass graulichgelbe haarähnliche Fäserchen, bald auch lichter oder dunkelbräunliche rundliche Körnchen (Fig. 28). Derselbe Process der Krystallbildung hat sich auch mitunter in den Glaseinschlüssen vollstreckt, welche von den künstlich aus Schlacken ausgeschiedenen Eisenoxydulsilicat-Krystallen (S. 66) beherbergt werden; schwarze Nädelchen sind innerhalb deren Masse entstanden.

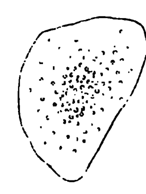


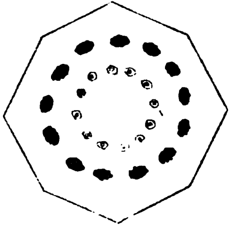
Fig. 28.

Die Kryställchen führenden Glaspartikel sind in der That zu vergleichen mit denjenigen Flüssigkeitseinschlüssen, aus welchen sich mikroskopische Krystalle z. B. Würfel von Kochsalz ausgeschieden haben (S. 55). Wie hier die letztern durch Erhitzung bisweilen in der umgebenden Flüssigkeit

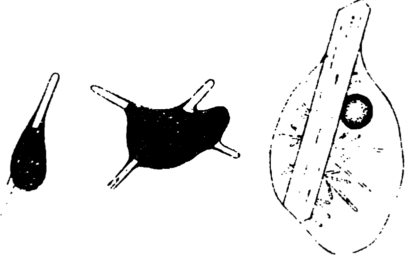


gelöst werden, so lösen sich auch hin und wieder bei sehr hoher Temperatur die aus dem Glaseinschluss ausgeschiedenen Kryställchen in diesem wiederum auf, falls er leicht schmelzbar ist; dadurch wird alsdann der Einschluss in einen Zustand versetzt, der demjenigen bei der ursprünglichen Einhüllung entspricht. Sorby, welcher in den Nephelinen aus den vesuvischen Auswurfsblöcken kryställchenführende Flüssigkeitseinschlüsse und Glaseinschlüsse beobachtete, berichtet, dass bei Erhitzung zu dunkler Rothgluth die letztern sich nicht veränderten; bei gesteigerter Temperatur — während welcher die Flüssigkeitseinschlüsse noch als solche bestehen bleiben — verschwanden die kleinen Kryställchen in den Glaspartikeln, und die Bläschen veränderten ihre Lage; bei einer Temperatur, bei welcher die in demselben Nephelin-Individuum mechanisch eingehüllte Flüssigkeit ausgetrieben wurde, waren im Glaseinschluss alle Kryställchen verschwunden, und die Bläschen hatten theils ihre Stelle verändert, theils hatten sich mehrere zu einem vereinigt[1]).

Die rundlichen Leucitdurchschnitte im Lavastrom vom Capo di Bove bei Rom enthalten, wenn sie glasige und entglaste Einschlüsse zusammen führen, dieselben sogar zonenförmig geordnet in zwei concentrische Kränzchen, wovon das innere aus rein glasigen pelluciden, das äussere aus schlackig entglasten opaken Körnchen gebildet wird (Fig. 29).


Fig. 29.

Hin und wieder sind die Glaseinschlüsse direct an meist lange nadelförmige Kryställchen geheftet, welche ebenfalls als fremde Körper in der Masse eines grössern Krystalls eingebettet liegen; dabei scheint das Glas förmlich, wie es ein zäher Tropfen thun würde, an der Nadel zum Theil hinabgeglitten zu sein (Fig. 30). An Augitnädelchen in den Leuciten des Vesuv, an Apatitnädelchen in den Feldspathen der Laacher Trachytbomben (nach Dressel) kleben z. B. solche amorphe Partikel, welche bald reines Glas, bald durch Ausscheidungen halb entglast, bald fast ganz entglast und fein schlackig geworden sind. Sehr oft enthalten solche Einschlüsse kein Bläschen.


Fig. 30.

Eigenthümliche Gebilde sind die seltenen Glaseinschlüsse, welche innerhalb einer Glasmasse vorkommen; man erkennt dieselben daran, dass um einen dunkeln meist kugelrunden Hohlraum in einiger Entfernung ein gewöhnlich ziemlich concentrischer ringsgeschlossener Kreis

1) Quart. journ. of geol. soc. 1858. 482.



verläuft; die Partie zwischen diesem letztern und dem Hohlraume besteht ebenfalls aus Glas, welches in der Regel mit dem umgebenden Glasteig gleich —, mitunter aber auch etwas heller oder dunkler gefärbt ist. Diese Glaseinschlüsse im Glas wurden vermuthlich so gebildet, dass sich ein Gasbläschen, von einer dünnen Hülle des Schmelzflusses umgeben, irgendwo losriss und in eine nebenanliegende Partie des Magmas gelangte, innerhalb deren es mit ihr fest wurde. Dass dem in der That so ist, erweist der Umstand, dass bisweilen die das Bläschen umgebende, gewissermaassen ihm angehörende Zone fein faserig geworden ist, wobei die winzigen Fäserchen radiale Stellung angenommen haben (Fig. 31)[1].

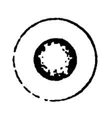
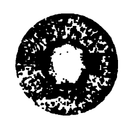



Fig. 31.

Erwähnung verdienen noch die merkwürdigen, mit Flüssigkeitseinschlüssen combinirten Glaseinschlüsse, welche in den Leucitkrystallen der Lava vom Capo di Bove bei Rom und der von der Solfatara bei Neapel, ferner auch noch in den Leuciten des Gesteins vom Burgberg bei Rieden, unfern des Laacher Sees beobachtet wurden[2]. Ein bräunlichgelber Glaseinschluss (Fig. 32) enthält einen Hohlraum in sich, in dem man noch ein winzigeres Bläschen gewahrt, welches sich fortwährend in freiwilliger, bald zitternder, bald wackelnder, bald tanzender Bewegung befindet. Wir haben es hier mit Glaseinschlüssen zu thun, welche an Stelle des Bläschens eine Flüssigkeit besitzen, die durch eine mobile Libelle charakterisirt ist. Namentlich dann ist die Flüssigkeit deutlich zu gewahren, wenn sie an der Seite, weniger gut, wenn sie oben in der Mitte des Glaseinschlusses liegt, weil dann ihr Bläschen durch die von unten heraufscheinende dunklere Glasmasse verdeckt wird. Neben diesen eigenthümlichen Gebilden kommen selbständige Glas- und Flüssigkeitseinschlüsse in denselben Leuciten vor. Vielleicht stehen diesen Einschlüssen diejenigen nahe, welche S. 65 als im Quarz des Granitgneisses vom St. Gotthardt vorkommend erwähnt wurden.




Fig. 32.

Die Anzahl der von den Krystallen eingehüllten mikroskopischen Glaspartikel geht oft ins Erstaunliche. Durchschnitte von Leucitkrystallen aus Vesuvlaven z. B., welche das Gesichtsfeld des Mikroskops bilden, bieten manchmal Hunderte von winzigen braungelben oder grünlichen Einschlüssen in einer Ebene dar, und bei der durch die leiseste Drehung der Mikrometerschraube um ein Minimum veränderten Focaldistanz treten Hunderte

[1] F. Z. Neues Jahrb. f. Min. 1872. 9.; vgl. auch Vogelsang (Philosophie d. Geol. 177), welcher dieselben schon 1867 in den Glassplittern eines vulkanischen Sandes von Santorin wahrgenommen hatte.

[2] F. Z. Zeitschr. d. d. geol. Ges. XX. 1868. 117. 132.



andere tiefer gelegene Glaskörner innerhalb der farblosen Leucitsubstanz hervor, so dass diese in der That durch und durch auf das innigste mit feinen Glaspartikeln imprägnirt ist, welche in einem nur den Bruchtheil eines Millimeters messenden Krystall nach Tausenden zählen. In derselben Weise strotzen u. a. viele Feldspathe und Noseane von hyalinen Theilchen. In dem Augit einer Basaltlava vom Nordrand des Laacher Sees wurden auf einem quadratischen Raum von 0.03 Mm. Seitenlänge, also von 0.0009 Quadr.-Mm. Oberfläche, über 40 in einer Ebene gelegene Glaskörner gezählt, von denen bei sehr starker Vergrösserung jedes noch ein erkennbares Bläschen darbot.

Im Anhang an die isolirten, rundum von Krystallmasse umgebenen Glaspartikel verdient noch die Erscheinung erwähnt zu werden, dass manche Krystalle von einem zusammenhängenden, förmlich netzartig verzweigten Glasgeäder durchzogen werden, wie dies z. B. für Feldspathe aus Pechsteinen, für Augite aus Basalten bekannt ist. Oder es finden sich in den Krystallen scharfbegrenzte lamellare Scheidewände von hyaliner Substanz eingeschaltet, welche im Querdurchschnitt als schmale langgezogene Glasstreifen erscheinen, und deren Richtung mit einer äussern hervorragenden Krystallfläche übereinstimmt. Häufig sind diese letztern Gebilde namentlich in den Krystallen, die sich aus einer künstlich erzeugten Schmelzmasse ausgeschieden haben.

Vielfach befinden sich übrigens die mikroskopischen Glaspartikel nicht mehr in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit. Da wo Capillarspalten die sie enthaltenden Krystalle durchziehen und dabei einen Einschluss selbst treffen, hat es sich oft ereignet, dass die Gewässer, welche auf jenen eindrangen, das Glaskorn molecular verändert, in eine trübe, wenig durchscheinende, gewöhnlich etwas schmutzig gefärbte Substanz umgewandelt haben. Das Gasbläschen lässt sich bei solchen Vorgängen meist noch als dunkles Hohlkügelchen unversehrt erkennen. Lehrreich ist der Gegensatz zwischen den so metamorphosirten und den mitten in der compacten Krystallmasse liegenden und deshalb wohlconservirt gebliebenen Glaseinschlüssen.

Augite, Hornblenden, Feldspathe, Nepheline, Olivine, Leucite enthalten in verschiedenen Gesteinen die allerdeutlichsten Glaseinschlüsse; desgleichen nicht minder die Quarze der Trachyte, Pechsteine, Felsitporphyre. Zumal der letzte Punkt ist dazu angethan, um die Bedeutung mikroskopischer Forschungen in's rechte Licht zu setzen. Der Quarz ist der wahre Angelpunkt jeglicher Theorie über die genetischen Verhältnisse der Massengesteine, mit ihm steht und fällt die feuerflüssige (eigentlich durchwässert-feuerflüssige) oder nasse Bildungsweise der letztern. Bisher besass man für den Quarz nur Beweise seiner Entstehung auf wässerigem Wege; weder auf künstliche noch auf natürliche Art hatte man jemals die Ausscheidung

auch nur eines Quarzkrystalls aus einer geschmolzenen Masse beobachtet, und die Deutung vieler quarzführender Gesteine als Erstarrungsproducte aus dem Schmelzfluss wurde dadurch für die sog. Plutonisten schwer, die Annahme ihrer Entstehungsweise durch wässerige Solutionen für die neptunistischen Widersacher leicht gemacht. Durch die Entdeckung mikroskopischer Glaseinschlüsse in den Quarzen vieler Massengesteine und insbesondere derer, welche selbst eine Glasgrundmasse besitzen, tritt in diese bedeutsame Frage der chemischen Geologie ein ganz neues entscheidendes Moment ein: nunmehr ist es erwiesen, dass der Quarz sich hier aus einem ursprünglich homogenen Magma, welches später zu Glas erstarrte, d. h. aus einer geschmolzenen Masse thatsächlich ausgeschieden hat.

Besonders verdient noch schliesslich die Beobachtung hervorgehoben zu werden, dass sich oftmals in einem und demselben Krystallindividuum, — z. B. in Olivinen, Augiten und Feldspathen aus Basalten, Leuciten aus Laven, Quarzen aus Felsitporphyren — wohlcharakterisirte Einschlüsse von Flüssigkeit und solche von Glassubstanz gleichzeitig neben einander versammelt vorfinden. Durch diese bemerkenswerthe Combination wird der Beweis erbracht, dass der betreffende Krystall gebildet wurde bei Gegenwart von geschmolzener Materie und von Gasen und Dämpfen, welche sich zu Flüssigkeiten verdichteten. Jeder der Factoren bei der Krystallentstehung hat die unverkennbaren mikroskopischen Spuren seiner Mitwirkung wohlbehalten unserer Wahrnehmung überliefert.

c) Einschlüsse anderer amorpher Partikel.

Mit den aus rein glasiger oder halb entglaster Substanz bestehenden Einschlüssen sind sowohl in genetischer als in morphologischer Beziehung eng verknüpft die in den krystallinischen Gemengtheilen eines porphyrischen Massengesteins eingehüllten mikroskopischen amorphen Partikel der den Grundteig bildenden nicht individualisirten Substanz. Auch hier gelangten zu einer Zeit, als das Gesteinsmagma noch halbplastisch war, Antheile der umgebenden Masse, welche schon einen bestimmten petrographischen Charakter gewonnen hatte, in das wachsende Individuum eines Gemengtheils hinein. Dieselben sind bald rundlich, bald unregelmässig fetzengleich, splitterähnlich oder keilförmig gestaltet und stimmen in ihrer Beschaffenheit mit dem benachbarten Grundteig überein, bestehen daher meist aus einer felsitischen oder sehr feinkörnig krystallinisch-gemengten Substanz. Ein Bläschen scheint in ihrem Innern nur höchst selten vorzukommen, doch könnte es der Fall sein, dass dasselbe manchmal wegen der geringen Pelluciditàt des Einschlusses unerkennbar bleibt. Viele Verhältnisse, welche die Glaseinschlüsse darbieten, wiederholen sich bei diesen überaus ähnlichen Gebilden: so die Erscheinung, dass diese an sich amorphen Partikel ringsum von mehr oder weniger ebenen Flächen begrenzt

werden, welche mit denen des umhüllenden Krystalls übereinstimmen; z. B. dihexaëdrisch geformte Grundteig-Partikel in den Quarzen der Felsitporphyre, solche von der charakteristischen Augitgestalt in den Augiten von Basalten und Laven. In einem Quarzkrystall des Porphyrs vom Raubschlösschen im Odenwald zählte Cohen gegen 25 scharf begrenzte Dihexaëder der umgebenden Grundmasse, die kleinsten 0.01, die dicksten 0.2 Mm. gross[1]. Augenscheinlich haben hier die sich umlagernden Krystalle die noch etwas plastische Grundmasse in die ihnen selbst eigenthümliche Form gewissermassen gepresst. Ferner macht sich auch der von der Krystallgestalt ausgehende Einfluss auf die Einlagerung und Gruppirung dieser fremden Theilchen wiederum wie bei den hyalinen bemerkbar (vgl. S. 73).

Derlei mikroskopische Einschlüsse sind, wo immer sich überhaupt Gelegenheit zu deren mechanischer Einhüllung gab, ausserordentlich verbreitet. Makroskopisch ist der Gehalt an grössern und kleinern Partikeln der umgebenden Grundmasse für manche porphyrartig ausgeschiedene Krystalle längst bekannt, z. B. bei den Sanidinen der Trachyte, den Leuciten der Laven, den Orthoklasen der porphyrähnlichen Granite. Auf den Bruchflächen von Handstücken sind die grössern mikroskopischen Einschlüsse dieser Art wegen ihrer geringen Farbendifferenz und der opaken Beschaffenheit der sie enthaltenden Mineralien gewöhnlich überaus schlecht zu beobachten.

Eigenthümlich sind diejenigen Vorkommnisse, bei welchen die als Kern eingeschlossene Grundmasse an Volumen die umhüllende Krystallsubstanz selbst übertrifft; im Basalt vom Leyberg und der Löwenburg im Siebengebirge bestehen die Augite vielfach nur aus einer Schaale, welche einen ihrer äussern Gestalt entsprechenden grossen Kern von basaltischer Masse umgibt, ein Aggregat von Augit, Plagioklas, Olivin und Magneteisen. Die äussere Augithülle hat diesem fremden Innern gegenüber eine auffallende Dünne. Vielleicht stehen diesen Gebilden die sog. Perimorphosen nicht sehr fern.

d) Einschlüsse fremder Krystalle.

Eine recht häufige Erscheinung im Mineralreich ist es bekanntlich, dass bald ausgebildete deutlich erkennbare Krystalle bald haarförmige, nadelähnliche oder feinschuppige Individuen von grösseren Krystallen eines anderen Minerals umschlossen werden. Bergkrystalle, Kalkspathe, Flussspathe, Schwerspathe sind es, welche derlei fremde makroskopische Krystalle besonders gern in ihre Masse einhüllen und vermöge ihrer Pellucidität auch besonders gut darin erkennen lassen.[2]

---

[1] Die zur Dyas gehörigen Gesteine d. südl. Odenwalds. 1871. 114.

[2] Sehr ausführlich sind alle bezüglichen makroskopischen Vorkommnisse zusammengestellt und besprochen in dem Werk: Blum, Leonhard, Seyfert u. Söchting, die

Schon in den ersten Anfängen des mikroskopischen Studiums ergab es sich, dass diese Erscheinung, im minutiösesten Maassstabe ausgebildet, eine ungeahnte Verbreitung besitzt: neben den amorphen entweder flüssigen oder festen glasartigen Partikeln, welche, wie dargethan wurde, für die Ergründung der Bildungsverhältnisse von solcher Bedeutung sind, schliessen die Mineralien auch fremde um und um krystallisirte oder krystallinische Körper von mikroskopischer Winzigkeit in reichlicher Fülle ein. Und auch diese Gebilde bieten Anlass zur Feststellung vielfacher genetischer Beziehungen. In dem nachfolgenden Abschnitte, welcher die mikroskopische Beschaffenheit der einzelnen Mineralien behandelt, finden sich die Einschlüsse dieser Art, soweit sie bis jetzt bekannt geworden sind, jedesmal speciell angegeben; an dieser Stelle werden dieselben vorläufig nur von allgemeineren Gesichtspunkten aus besprochen.

Solche mikroskopische Einwachsungen sind es, wodurch gewisse Mineralien ihr besonderes eigenthümliches Aussehen erlangen. Der sog. Sonnenstein von Tvedestrand in Norwegen, ein hübsch und glänzend röthlich schillernder Feldspath enthält unzählige dünne sechsseitige regelmässige oder verzerrte Täfelchen von orangefarbigem oder blutrothem durchscheinendem Eisenglanz. Rother, feinvertheilter Eisenglimmer ist es wiederum, welcher den bei Stassfurt vorkommenden Carnallit und den Stilbit aus dem tyroler Fassathal intensiv roth färbt. Auch die prachtvolle Farbenwandlung des Labradorits ist grösstentheils in einer Interponirung mikroskopischer (Diallag?) Kryställchen begründet. Der kupferrothe metallische Schimmer des Hypersthens wird ebenfalls durch eingewachsene fremde dunkle lamellare Körper hervorgebracht. Der Prasem von Breitenbrunn dankt seine lauchgrüne Farbe einem dichten Gewirre von schilfigen und nadelförmigen Strahlsteinsäulen, mit welchen die klare farblose Quarzmasse durch und durch gespickt ist. Die Erscheinung des schönen zwölfstrahligen Sterns, welchen man bemerkt, wenn man durch Glimmer von South Burgess in Canada auf eine Kerzenflamme blickt, der sog. Asterismus, wird dadurch bewirkt, dass zahlreiche langprismatische Kryställchen eines andern einaxigen Glimmers darin eingewachsen sind, welche unter Winkeln von 30° auf einander stossen.

Während sehr vielfach die fremden mikroskopischen Kryställchen ganz unregelmässig und wirr eingeschlossen wurden, gibt es andere Fälle, wo die Einwachsung auch hier in einer gesetzmässigen Beziehung zu Form und Wachsthum des grossen Krystalls steht. Die Augite und Hornblenden der

---

Einschlüsse von Mineralien in krystallisirten Mineralien, deren chemische Zusammensetzung und die Art ihrer Entstehung. Drei von der holländischen Societät der Wissenschaften zu Haarlem i. J. 1853 gekrönte Preisschriften. Haarlem und Düsseldorf 1854. 4.

Massengesteine mit ihrem Aufbau aus einzelnen schaalenförmig sich umhüllenden Schichten enthalten gewöhnlich die fremden Interpositionen (Magneteisenkörner, Nephelinsäulchen, Feldspathnädelchen) parallel dem Verlauf der

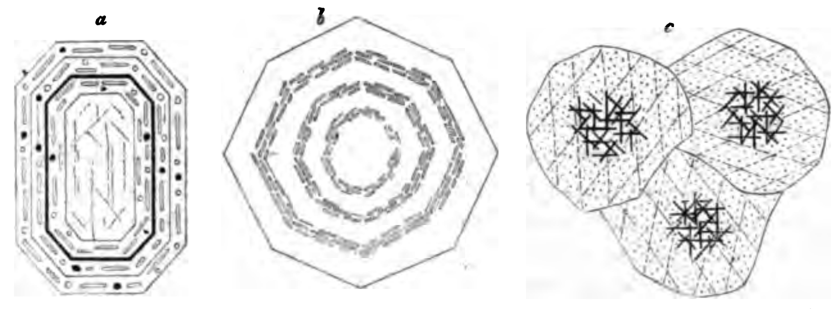


Fig. 33.

Schichtenzonen angeordnet (Fig. 33*a*). Ueberaus schön ist der Anblick, den die meisten kleinern Leucitkrystalle unter dem Mikroskop darbieten: dieses Mineral hat die charakteristische Tendenz, zahlreiche fremdartige Körper in sich einzuschliessen und dieselben so zu gruppiren, dass sie im Krystalldurchschnitt entweder einen centralen runden Haufen oder mehrere concentrische Kränze darstellen, welche entweder Kreise oder achteckige Leucitdurchschnitte sind; zwischen den einzelnen Kränzen liegt alsdann reine Krystallsubstanz, und jene Körper (grüne Augitnädelchen, schwarze Magneteisenkörner und Glaspartikel) sind also auf der Oberfläche von Kugeln oder kleinern Leucitformen vertheilt, welche man sich in den Krystall eingeschrieben denkt. Fig. 36*b* stellt einen Leucitdurchschnitt dar, welcher drei ringsgeschlossene Stränge von dicht geschaarten blassgrünen Augitnädelchen enthält. Unzählige abwechslungsvolle allerliebste Muster von so verunreinigten Leuciten kommen in reicher Fülle vor. [1]) In dem Eläolith von Laurvig sind grüne Hornblendelamellen nach allen vier Axenrichtungen des hexagonalen Minerals eingeordnet: mit ihren flachen Seiten liegen sie zum Theil den drei senkrechten Richtungen der Prismenflächen, zum Theil der horizontalen Basis des Eläoliths parallel. [2]) Die röthlichen Kalkspathkörner des serpentinführenden Kalksteins von Modum in Norwegen enthalten in sich eine grosse Menge zinnoberrother oder dunkelorangefarbiger scharf begrenzter Nädelchen von durchscheinender Beschaffenheit, welche mit Bezug auf die Axenrichtungen des Kalkspaths darin orientirt sind; denn je nach dem verschiedenen Durchschnitt des letztern sieht man, dass sie bald mehr oder weniger rechtwinkelig auf einander stehen, bald einander unter Winkeln von ca. 60° durchkreuzen (Fig. 33*c*). Die Ver-

1) F. Z. Zeitschr. d. d. geol. Ges. XX. 1868. 100.
2) F. Z. Neues Jahrb. f. Mineralogie 1870. 812.

muthung liegt nahe, dass diese Nädelchen (grösste beobachtete Länge 0.075 Mm., Dicke kaum über 0.003 Mm.), welche durch Salzsäure gelöst werden, vielleicht Nadeleisen sein könnten. Meist finden sie sich auf die innern Theile der Kalkspathkörner beschränkt[1]).

In gar manchen Krystallen sind die eingewachsenen mikroskopischen Individuen in ganz unerwarteter Anzahl vorhanden. Die Substanz vieler dunkelgefärbter Mineralien strotzt wahrhaft von innig eingemengten isolirten winzigen Magneteisenkörnchen. In den Feldspathen vieler Gabbros liegen deutlich hervortretende, schwarze und bräunlich durchscheinende Körnchen, Nädelchen und Täfelchen in ungeheurer Menge, und bei stärkster Vergrösserung sieht die eigentliche Feldspathmasse deshalb noch immer graulich- oder bräunlich-staubig aus, weil sie durch und durch mit Körperchen derselben Natur erfüllt ist, welche das Mikroskop bei $\times$ 900 nicht alle mehr als solche zu erkennen vermag. Dickere Körperchen gruppiren sich hier parallel der Lamellirung des triklinen Feldspaths. Augite in Basalten enthalten oft neben den schon massenhaft eingehüllten Glaspartikeln noch fremde kreuz und quer im wirren Gewimmel darin steckende Nädelchen, so dass sie förmlich wie damit gespickt aussehen.

Ausserdem ist die grosse Verschiedenartigkeit der eingeschlossenen Kryställchen bemerkenswerth: die Leucite vom Schorenberg bei Rieden am Laacher See hüllen z. B. ausser glasigen und flüssigen Partikeln nicht weniger als fünf verschiedene andere mikroskopische Mineralien ein, Augite, Nepheline, Noseane, Granaten und Magneteisen.

Da die fremden krystallisirten Körperchen während der Entstehung des Krystalls von diesem rundum in seine Masse umschlossen wurden, so müssen sie früher, als dieser schon vorhanden gewesen, oder spätestens gleichzeitig mit ihm erzeugt worden sein. So kann man mitunter aus einer Combination der verschiedenen Einwachsungen das gegenseitige Altersverhältniss in der Ausscheidung der einzelnen krystallisirten oder krystallinischen Gemengtheile eines Gesteins ermitteln. Freilich ergiebt sich meistens aus derlei Untersuchungen gerade das Resultat, dass eine solche gesetzmässige Reihenfolge in der Festwerdung, wie man sie früher vielfach vorausgesetzt hatte, in der That nicht existirt. Ehedem nahm man z. B. an, dass aus einer geschmolzenen Masse dasjenige Mineral, welches am schwierigsten schmelzbar ist, auch zuerst, das leichtflüssigere dagegen erst später erstarren müsse. Auf diese Theorie gestützt glaubte man einst daraus einen Grund gegen die Entstehung des Granits aus einer geschmolzenen Masse ableiten zu können, weil sich so oft der höchst schwer schmelzbare Quarz als der offenbar zuletzt gebildete Gemengtheil zu erkennen gibt. Wenn aber die Untersuchung von Dünnschliffen der Vesuvlaven darthut,

1) Ebendas. 1870. 829.

dass der darin befindliche Leucit mikroskopische Augitkryställchen umschliesst, so muss der verhältnissmässig leicht schmelzbare Augit vor oder mit dem gar nicht schmelzbaren Leucit krystallisirt sein. Und findet man nun zugleich in den Augitkrystallen desselben Gesteins umgekehrt mikroskopische Leucite eingeschlossen, so wird es klar, dass gar keine strenge Reihenfolge in der Ausscheidung stattfand, sondern dass beide Mineralien gleichzeitig und durcheinander aus dem Schmelzfluss der Lava starr wurden. Das schliesst indessen nicht aus, dass nicht dennoch für etliche Gesteinsgemengtheile ihre auffallend frühe oder späte Festwerdung deutlich aus der Structur des Dünnschliffs herauszulesen wäre; wie denn der alle übrigen Krystalle durchspickende Apatit gewiss eines der ersten Ausscheidungsproducte ist, und die an eingeschlossenen fremden Krystallen so armen Olivine und Titanite sich auch allemal gleich im Anfange gebildet zu haben scheinen.

Die Einwachsungen fremder mikroskopischer Mineralien in grössern krystallinischen Gemengtheilen der Gesteine besitzen noch eine besondere petrographische Bedeutung. Oft sind gewisse der leichter zersetzbaren und durch die Verwitterung angreifbaren Mineralien in den Felsarten sämmtlich mehr oder weniger stark umgewandelt und verändert. Wo dagegen mikroskopische Individuen derselben von andern grössern Krystallen, welche der Metamorphose starken Widerstand leisten, umhüllt worden sind, da liegen sie wie in einer Antiquitätenkammer aufbewahrt, wohlgeschützt und wohlerkennbar. Sind z. B. auch in einem Phonolith die selbständigen Nepheline in hohem Grade von der Verwitterung erfasst, umgewandelt und nicht mehr gut unterscheidbar, so legen die winzigen Nepheline, welche frisch und vorzüglich erhalten, von dem Feldspath eingeschlossen werden, Zeugniss davon ab, dass dieses Mineral früher einen Bestandtheil des Gesteins ausmachte.

Bisweilen erleidet durch die Interposition fester fremder Kryställchen der optische Charakter des umgebenden Mediums eigenthümliche Veränderungen; vgl. darüber Diamant.

Mit Bezug auf die Einwachsungen fremder krystallinischer Substanzen in Krystallen haben wir insbesondere H. Fischer [1]) sehr werthvolle Untersuchungen zu verdanken. Er stellte sich die Aufgabe, gewisse Mineralien, welche entweder ein sehr complicirtes Analysenresultat ergeben, oder bei

[1]) H. Fischer, kritische mikroskopisch-mineralogische Studien. Freiburg i. Br. 1869 und erste Fortsetzung ebendas. 1871. Fischer erblickte seine Aufgabe vorzugsweise in der Feststellung der Nicht-Homogenität, weniger vielleicht in der Untersuchung über die eigentliche Natur der Theile, welche eine früher für homogen gehaltene Mineralsubstanz zusammensetzen. Wo im fernern Verlauf diese schätzbaren Forschungen citirt werden, ist durch ein dem Autornamen beigefügtes *a* die erste Abhandlung, durch *b* die Fortsetzung bezeichnet.

kleiner Anzahl von Bestandtheilen auffallende Quantitätsschwankungen derselben aufweisen, oder endlich selten oder nie krystallisirt gefunden werden, in Dünnschliffen mittelst des Mikroskops zu prüfen, ob sie in der That auch reine Substanz darstellen. Und als Resultat fand sich für eine ganze Reihe solcher bisher als einfach geltender Körper, dass sie aus zwei, drei, vier Mineralien zusammengesetzt seien. Mechanisch beigemengtes Magneteisen enthalten z. B. Wehrlit, Fayalit, Anthosiderit, Anthophyllit, Hisingerit, Hypersthen u. s. w.; manche dieser besitzen auch noch andere fremde mikroskopische Mineralgebilde reichlich eingewachsen. Bastit, Aegirin, Palagonit, Catlinit, Lasurstein, Skolopsit u. a. enthüllten sich als förmliches Gemenge verschieden gearteter, gefärbter und polarisirender Substanzen. Selbst vorzüglich auskrystallisirte Mineralien sind es, welche sich so als keineswegs homogen zu erkennen geben. Nur als präparirte Dünnschliffe aber und im durchfallenden Licht tragen sie ihren eigentlichen früher unvermutheten Charakter zur Schau; denn im auffallenden Licht verrathen sie, sogar mit den schärfsten Loupen betrachtet, nicht ihren gemengten Zustand.

Die unausbleibliche Folge von den in dieser Richtung weiter ausgedehnten Forschungen wird die Ausmerzung mancher alten vermeintlichen Mineralspecies sein, welche nur eine durch eingewachsene fremde Körper verunreinigte andere ist. Viele scheinbar einfachen, in der That aber gemengten Mineralien müssen, sofern sie hinlänglich weite Verbreitung besitzen, eigentlich in das Bereich der Felsarten gezogen werden. Auch auf mikroskopischem Gebiet bestätigt sich hier das makroskopisch längst bekannte Gesetz der Association gewisser Mineralien zu bestimmten Gemengen. So hat sich der „Bytownit“ genannte Feldspath als ein Aggregat von Anorthit, Hornblende und Quarz ergeben, eine Combination, wie sie phanerokrystallinisch als Felsart mehrfach vorkommt.[1]

Offenbar ist es nun nach solchen Untersuchungen, dass die chemische Analyse zahlreicher Mineralien, bei welchen sich die verunreinigenden Einwachsungen von der Hauptsubstanz, wie es gewöhnlich der Fall, nicht mechanisch trennen lassen, keine vollkommen exacten Resultate liefern kann, und dass andererseits manche bisher auffallende oder unerklärliche Ergebnisse der Analysen, welche nicht mit der Normalformel des Minerals stimmen wollen, in derlei fremden Einmengungen ihren Grund haben (Vgl. z. B. Staurolith). Für die Folge muss es bei der Aufstellung neuer Mineralspecies, bei denen die Anfertigung eines Dünnschliffs nur einigermaassen möglich ist, als unerlässlich gelten, durch mikroskopisches Studium vorerst den Nachweis zu liefern, dass in der That reine Substanz vorliegt. Davon machen die wohlausgebildeten, aber als solche undurchsichtigen Krystalle keine Ausnahme; denn makro- und mikroskopische Be-

1 F. Z. in Tschermak's mineralog. Mittheilungen 1871. II. Heft 61.

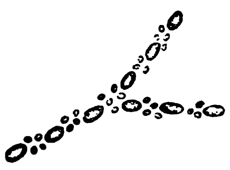


trachtung lehrt, dass innige Erfüllung mit fremden Gebilden das Regelmaass der Krystallform keineswegs zu beeinträchtigen braucht. Denjenigen Mineralien gegenüber, welche, wie die meisten Erze, keine hinlänglich pelluciden Dünnschliffe liefern, hat das berechtigte Misstrauen in die Homogenität einen noch viel weitern Spielraum.

6) Mikroskopische Hohlräume in den Krystallen.

Die Erfüllung des Krystallraumes durch ein und dieselbe Substanz wird nicht nur durch eingelagerte fremde flüssige oder feste Körper, sondern auch durch leere Hohlräume, durch Poren unterbrochen. Diese Höhlungen, wenigstens diejenigen, von welchen hier die Rede sein soll, entstanden durch eine Entwicklung von Gasen oder Dämpfen während des Wachsthums des Krystalls und finden sich gleicherweise in den glasigen Substanzen, welche entweder die Hauptmasse oder die Grundmasse mancher Felsarten ausmachen: sie sind vollkommen analog den Poren in der erstarrten Lava oder den Blasen, welche in dem künstlichen Glas sich ausbilden, und deren jede schlechte Fensterscheibe zahlreiche mit blossem Auge beobachtbare enthält.

Leere Poren von mikroskopischer Winzigkeit sind eine ungemein weit verbreitete Erscheinung; sie besitzen meist kugelrunde oder eirunde Gestalt und erscheinen allemal sehr breit und dunkel umrandet, so dass in der Mitte nur ein kleiner lichter Punkt, oder ein schmales lichtes Streifchen übrig bleibt (vgl. S. 24); mitunter sind sie an dem einen Ende etwas sackartig erweitert, am andern in eine längere Spitze ausgezogen. Sie liegen entweder regellos zerstreut, oder zu Haufen und Schwärmen versammelt, oder, was sehr häufig der Fall, perlschnurähnlich aneinandergereiht, wobei oft in gewissen Distanzen dickere Poren einander folgen, die Zwischenräume zwischen denselben aber durch kleinere ausgefüllt werden (Fig. 34). Solche Porenstreifen, welche sich vielfach in Aeste theilen und, wie man bei Veränderung der Focaldistanz erkennt, schichtweise in die Krystallmasse hineinsetzen, durchziehen oft den ganzen Krystall von einem Ende zum andern. Mitunter sind auch viele lineare Zeilen, von denen jede aus zahlreichen hart zusammengedrängten Poren besteht, parallel neben einander gereiht. Haben die Poren eine hervortretende Längsaxe, so ist dieselbe stets parallel der Zeilenrichtung gestellt. Hin und wieder scheint ebenfalls eine Beziehung zwischen der Lage der Porenschichten und der äussern Gestalt der Krystalle vorzukommen.


Fig. 34.

Gewisse Mineralien finden sich in einer ganz unermesslichen Menge von mikroskopischen Poren erfüllt; so sind im Hauyn von Melfi kleine Hohlkügelchen stellenweise so dicht gedrängt, dass man auf einem quadra-



tischen Raum von 0.05 Mm. Seitenlänge deren in **einer Ebene an 150** zählen kann, was für ein Quadratmillimeter die Zahl von 60000 in einer Ebene ergeben würde; unter der Voraussetzung, dass diese Dampfporen alle gleich weit von einander abstehen, würden in einem Cubikmillimeter eines daran so reichen Hauyns deren 360 Millionen enthalten sein.

In den Krystallen oder krystallinischen Mineralien stimmt bisweilen die Gestalt des Hohlraums mit derjenigen, in welcher das Individuum auftritt, oder welche als einfache Combination dafür möglich ist, überein; solche Poren, von ebenen Wänden begrenzt, stellen somit gewissermaassen negative Krystalle dar. Beim Kryolith, Schwerspath, Anhydrit, Vesuvian wurden z. B. mikroskopische Hohlräume von solcher gesetzlicher Form durch Leydolt beobachtet[1]).

Ueber die sog. Pressure-cavities Brewster's vgl. Diamant.

Mikroskopische Hohlräume abweichender Art, welche mit den vorstehend betrachteten genetisch nichts gemein haben würden, könnten etwa durch Herauswitterung oder anderweitige Entfernung winziger fremder Einschlüsse entstehen.

7. Gestaltung und Aggregationsweise der mikroskopischen Individuen. Mikrolithen. Krystalliten.

Die Art und Weise der individuellen Ausbildung und der Aggregation der mikroskopischen Mineralgebilde ist in manchen und zum Theil charakteristischen Zügen von derjenigen der makroskopischen abweichend. Es mag hier versucht werden, nach unsern bisherigen Kenntnissen das auf diese Punkte Bezügliche zusammenzustellen, wobei es vorzugsweise mikropetrographische Verhältnisse sind, welche dazu das Material liefern.

Eine Anzahl von Mineralien gibt es, welche bis zur allergrössten Winzigkeit ihrer Individuen deren eigenthümliche Formgestaltung mit fast modellgleicher Schärfe beizubehalten vermögen. Dazu gehören z. B. Leucit, Quarz, Augit, Apatit, die mitunter in den niedlichsten um und um ausgebildeten Kryställchen von wenigen Tausendstel Mm. auftreten. Mit den wohlgewachsenen Vorkommnissen dieser Art stehen aber andere, durch allmählige Uebergänge untrennbare im Zusammenhange, welche zumal an den Enden eine gestörte Entwicklung darbieten, die sich bald als unregelmässige Druckflächen, bald, wie z. B. oft bei den kleinen Sanidinen, als willkührliche Einkerbungen und Ausfranzungen zu erkennen gibt, so dass die Individuen dort förmlich ruinenartig beschaffen sind. Diese Erscheinung der blos verkrüppelten Krystalle darf indessen durchaus nicht mit den an den Enden wirklich zerbrochenen und zerstückelten fragmentaren Krystallen verwechselt werden.

---

[1]) Institut XXIII. 359.



Rudimentäre gestörte Ausbildung ist aber namentlich den lamellaren Krystalltäfelchen, z. B. von Eisenglanz, Titaneisen, Glimmer eigen. Neben ganz scharfrandigen Krystallblättchen dieser Art liegen gewöhnlich auch solche, bei welchen die begrenzenden Ränder nicht sämmtlich linear gerade gezogen, sondern zum Theil ausgebuchtet, auf das verschiedenartigste, oft in überaus grosser Feinheit und Zartheit ausgezackt, ausgesägt, ausgefranzt sind, während andere Ränder desselben Blättchens ganz scharf

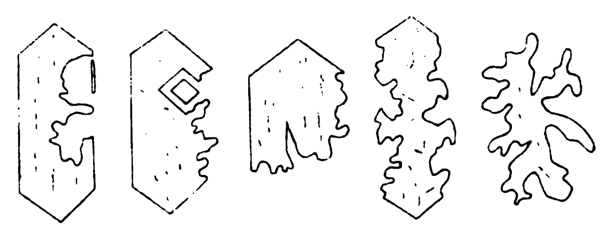


Fig. 35.

stetig verlaufen (Fig. 35). Diese Gebilde gehen dann über in Gestalten, welche, weil ihnen jede gerad-lineare Umgrenzung fehlt, der Form nach mit Krystallen gar nichts mehr zu thun haben, sondern fetzen- und lappenähnliche Lamellen mit völlig willkührlicher, zufälliger und abenteuerlicher Contourirung darstellen. Im Allgemeinen sind die Lamellen um so regelmässiger begrenzt, je kleinere Dimensionen sie aufweisen.

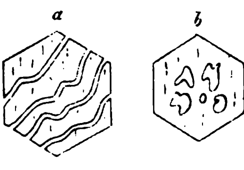


Fig. 36.

Mitunter sind die Lamellen auch als solche nicht stetig ausgedehnt. Eisenglanzblättchen z. B. von ziemlich regelmässig hexagonaler äusserlicher Umgrenzung erscheinen aus einzelnen isolirten und durch fremde Substanz getrennten Striemen zusammengesetzt, welche aber gleichwohl in ihrer Vereinigung augenscheinlich nur ein Individuum ausmachen (Fig. 36 *a*). Oder die Blättchen werden von rundlichen Löchern durchbrochen, die ebenfalls von anderer umgebender Substanz ausgefüllt sind (Fig. 36 *b*).

Eine andere Art der Ausbildung mikroskopischer Individuen ist die der Körnerform; je kleinere Dimensionen die Körner gewinnen, desto mehr pflegen sie sich dem kugelrunden zu nähern, während die grössern mikroskopischen Körner gewöhnlich ganz unregelmässig begrenzte, zum Theil eckige Contouren besitzen. Wegen des Mangels einer charakteristischen Gestalt würde es bisweilen sehr schwierig sein, dieselben als solche mit einem makroskopisch bekannten Mineral zu identificiren, wenn man nicht in den meisten Fällen in Verbindung mit denselben besser individualisirte und durch ihre Form gekennzeichnete Mineralgebilde anträfe, zu welchen jene vermöge der Uebereinstimmung ihrer übrigen erkennbaren Eigenschaf-

ten augenscheinlich gehören. Namentlich sind innerhalb einer fremden Mineralmasse eingewachsene höchst winzige Individuen als feine Körnchen ausgebildet.

Ausserordentlich beliebt ist für die mikroskopischen Individuen mehrerer Mineralien die Nadelform oder langgestreckte, dünne Säulengestalt. Vogelsang[1]) hat für diese Gebilde die Benennung Mikrolith in Vorschlag gebracht, welche rasch vielfache Anwendung fand: „es soll dadurch keine neue Mineralspecies, sondern nur eine Gruppenbezeichnung geschaffen werden, die sich durch die Verbreitung und Eigenthümlichkeit des Vorkommens rechtfertigt; übrigens wird das Wort auch sehr gut zur Bezeichnung einer gewissen Stufe der Krystallbildung zu verwenden sein." In vielen Fällen lässt es sich mit grösster Sicherheit feststellen, welchem Mineral der Mikrolith angehört, und alsdann kann man sich der genauern Bestimmung Feldspath-Mikrolith, Hornblende-Mikrolith, Augit-Mikrolith u. s. w. bedienen. Andererseits ist bei manchen nadelförmigen Gebilden die Zurechnung zu einem makroskopisch bekannten Minerale nicht mit genügender Gewissheit möglich, sei es weil dieselben zu arm an charakteristischen Eigenthümlichkeiten sind, sei es, weil sie vielleicht überhaupt nicht makroskopisch aufzutreten pflegen. Hier, wo die nähere Bezeichnung unausführbar, stellt sich die weitere und allgemeinere „Mikrolith" als sehr brauchbar ein. In mehrern neuern Beschreibungen findet sich die Benennung Mikrolith, welche als identisch mit „mikroskopisches Individuum" angesehen wird, auch auf die Körnerform ausgedehnt, ein Gebrauch, welcher, leicht Verwirrung und falsche Auffassung erzeugend, wenig zu billigen ist.

In der Ausbildungsweise als Mikrolithen tragen die Individuen gewöhnlich wenig mehr von ihrem specifischen Krystallhabitus an sich. Allesammt sind es längere und kürzere Nadeln von einer, wie es scheint, meistens rundlichen Umgrenzung und an den Enden in der Regel nicht mit Krystallflächen versehen, dort halbkugelartig gewölbt, flach zugespitzt oder auch rechtwinkelig abgestutzt. Je winziger die Mikrolithen sind, desto mehr ähneln sich die zu verschiedenen Mineralien gehörenden durch diese unvollkommene und unentwickelte Formgestaltung. Die Längsansicht dieser normalen Mikrolithen weist somit bei den pelluciden zwei parallele Linien auf, die an den Enden mit einander verbunden sind; manche derselben sind so schmal, dass ihre beiden Seitenränder bei geringer Vergrösserung in einen einzigen haarfeinen Strich zusammenzufallen scheinen, und erst bei stärkerer

---

[1]) Philosophie der Geologie 1867. 139. Es verschlägt wohl nichts, dass der Name Mikrolith schon einmal von C. U. Shepard angewandt wurde für ein durchscheinendes bis durchsichtiges Mineral, harzglänzend, gelb ins röthlichbraune, regulär oktaëdrisch mit einigen Combinationsformen, fast mikroskopisch, vorkommend in dem tantalitführenden Albitgranit von Chesterfield, Massachusetts, welches als wesentlichen Bestandtheil Niobsäure enthält und nach Teschemacher eine Varietät des Pyrochlor ist.

sich der eigentliche Mikrolithenkörper zwischen ihnen zeigt. Ausser den farblosen und den verschieden gefärbten aber pelluciden Mikrolithen kommen auch ganz schwarze und undurchscheinende vor, welche man wegen ihrer haarähnlichen Gestalt Trichite genannt hat. Der Durchschnitt oder die obere Endigung eines vertical gestellten Mikrolithen kann leicht mit einem rundlichen Körnchen, die Längsansicht eines horizontal liegenden mit der schmalen Kante eines aufrecht stehenden lamellaren Täfelchens (und umgekehrt) verwechselt werden.

Die Mikrolithen weisen als Ganzes betrachtet, eine Anzahl von häufig sich einstellenden Eigenthümlichkeiten in ihrer äussern Ausbildung auf, welche den makroskopischen Mineralien fremd oder wenigstens dabei sehr selten sind.

Fig. 37.

Mitunter sind die Nadeln an einem oder an beiden Enden etwas keulenförmig verdickt oder ihre Seitenränder zeigen eine deutliche Einbuchtung, die oft so zu sagen bis zu einer taillenartigen Einschnürung geht, so dass die Mikrolithen ein sanduhrähnliches Aussehen gewinnen. Dann und wann spitzt sich das eine oder andere Ende der Mikrolithen bald langsamer, bald rascher pfriemenförmig zu, und damit stehen nadelförmige Individuen in offenbarer Verbindung, welche an beiden Enden ganz allmählig spitz zulaufen; in anderen Fällen theilt sich ein grösserer Mikrolith an einem oder an beiden Enden in zwei etwas divergirende Zweige, oder er ist selbst beiderseits in zwei gabelförmige, oft recht lange Spitzen ausgezogen. Ferner sind beide Enden wohl auf das willkührlichste abwechselnd mehr oder minder tief eingesägt, eingekerbt und ausgefranzt, manchmal förmlich zinnenähnlich oder ruinengleich beschaffen. Die erwähnten Verhältnisse fasst Fig. 37 zusammen.

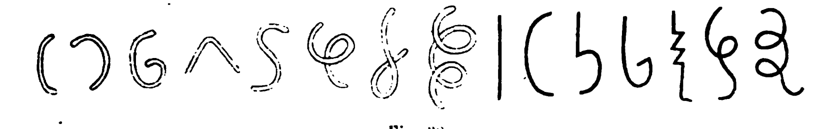


Fig. 38.

Neben den geradegezogenen und schlanken Mikrolithen gibt es auch solche mit bald schwacher, bald starker hakenähnlicher Krümmung und Biegung, die oft zu einer Knickung im scharfen Winkel geht; sodann fin-

den sich *S*-förmige Windungen, so stetig anhaltende Krümmungen, dass der Mikrolith fast einen Kreis schliesst, selbst schleifenartige Drehungen und pfropfenzieherähnliche Ringelungen. Alle diese Ausbildungsweisen (Fig. 38) sind sowohl bei den pelluciden als bei den impelluciden Mikrolithen vertreten.

Eine andere zumal bei den langen und dünnen Mikrolithen häufig zu beobachtende Erscheinung ist es, dass dieselben gewissermaassen in mehrere hinter einander liegende Gliedchen aufgelöst sind (Fig. 39 *a*); dabei werden mitunter die letzten Glieder eines Endes allmählig dünner, so dass das Ganze spitz zuläuft, oder die Glieder sind nicht geradlinig, sondern nach einer etwas gekrümmten Linie hinter einander gereiht; bisweilen ist auch bei einer geraden Reihung einmal ein Gliedchen etwas aus der Ordnung gerückt. Die Glieder werden wohl so schmal und kurz, dabei auch hin und wieder etwas abgerundet, dass sie wie förmliche zeilenartig oder perlschnurähnlich hinter einander gruppirte Körnchen aussehen (vgl. die S. 95 bei den Krystalliten besprochenen sog. Margariten). Auch diese Eigenthümlichkeiten sind sowohl bei den pelluciden, farblosen und verschieden gefärbten wie bei den impelluciden Mikrolithen ausgeprägt. Mit ihnen hängt vermuthlich die fernere Ausbildung (Fig. 39 *b*) innig zusammen, dass die Seitenränder der Mikrolithen nicht parallel sind, sondern wellig auf und ablaufen, und so die Nadel abwechselnd sich verschmälert und erbreitert; es ist in der That höchst wahrscheinlich, dass so beschaffene Individuen aus einer Anzahl hintereinandergereihter Körnchen bestehen, welche nur theilweise in einander verflossen sind (vgl. die später bei den Krystalliten erwähnten sog. Longuliten).

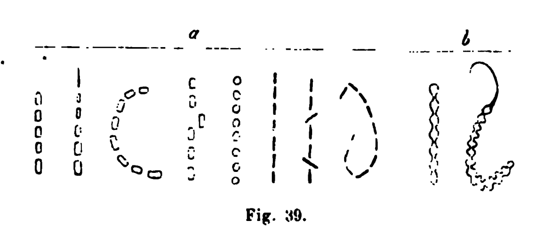


Fig. 39.

Die ganz dünnen und winzigen Mikrolithen müssen eine viel lichtere Farbe an sich tragen als die grössern Krystalle desselben Minerals, und so geschieht es denn, dass z. B. sehr kleine und feine Mikrolithen von dunkelgrüner oder gelbbrauner Hornblende und Augit so blass gefärbt sind, dass sie fast ganz farblos und wasserklar erscheinen. Die Mikrolithen sinken zu den allerkleinsten Borstchen und Stachelchen herab, zu Gebilden, deren Länge nach wenigen Tausendstel, deren Dicke nach Zehntausendstel Mm. gemessen wird. Und doch hängen alle diese nach der Grösse und alle jene oben erwähnten nach der Ausbildung abweichenden Formen durch in jedweder Richtung verfolgbare Zwischenstufen auf das allerinnigste mit einander zusammen. Die allerwinzigsten Mikrolithen doppeltbrechender Körper vermögen oft nicht das Licht zu polarisiren; die deutliche optische Wir-



kung der kräftigeren erweist indess, dass jene Indifferenz nur Folge der ausserordentlichen Kleinheit ist.

Feldspathe, Hornblenden, Augite, Apatite sind diejenigen Mineralien, welche, wie es bis jetzt scheinen will, in Gesteinen vorzugsweise gern in Mikrolithenform auftreten. Die regulären Krystalle, wie Granat, Nosean besitzen vermöge ihres isometrischen Aufbaues keinerlei Neigung zu einer solchen Ausbildungsweise, desgleichen diejenigen Mineralien, welche wie Glimmer, Eisenglanz, auch makroskopisch in lamellarer Tafelgestalt zu erscheinen pflegen. Die Mikrolithen bieten sich gewöhnlich als Erstlingsformen bei der Krystallausscheidung aus einer geschmolzenen Masse dar. Bisweilen ist man versucht, in den Mikrolithen förmliche Embryonen von Krystallen zu sehen. Es wäre in der That möglich, dass für krystallographisch und chemisch sehr nahestehende Mineralien, wie für Hornblende und Augit, für Orthoklas und Plagioklas die Mikrolithen manchmal einen Entwicklungszustand vorführen, in welchem die charakterisirenden Eigenschaften der beiden verwandten Species noch nicht zum Ausdruck gekommen sind: ein Mikrolith mag z. B. ein unvollkommen geartetes, weil zu früh verfestigtes Individuum darstellen, welches, blos mit den gemeinsamen Kennzeichen beider ausgestattet, sowohl zur Hornblende als zum Augit gehört, indessen weder das eine noch das andere Mineral eigentlich repräsentirt, indem es sich gewissermaassen noch nicht für eines derselben bestimmt entschieden hat.

Die Aggregation der mikroskopischen Individuen bringt die allerverschiedensten Gestaltungen zu Wege, Formen, welche einerseits wohl die sämmtlichen der durch Beobachtung mit blossem Auge zugänglichen wiederholen, während andererseits hier solche Gebilde hervorgehen, welche makroskopisch nicht ihres Gleichen finden. Den erstern möge deshalb hier keine sonderliche Erwähnung zu Theil werden.

Mikroskopische Körner oder Mikrolithen fügen sich mitunter so zusammen, dass aus ihrer Vereinigung scheinbar ein einheitliches Individuum entsteht mit bald mehr bald minder scharfer Umrandung und charakteristischer Gestalt.

So gibt es Krystalle von Leucit, welche aus einem Haufwerk einzelner Leucitkörnchen bestehen, Feldspath- und Hornblendekrystalle, welche aus hunderten stabähnlich zusammengelegten nadelförmigen Mikrolithen aufgebaut sind (vgl. S. 34, Fig. 4).

In andern Fällen ist die Krystallisationstendenz der mikroskopischen Individuen wenigstens in der Weise wirksam, dass die Aggregation derselben nach Directionen erfolgt, welche von dem betreffenden Krystallsystem beherrscht werden. Das beste Beispiel davon liefert das Magneteisen, dessen Körnchen oder mikroskopische Oktaëderchen innerhalb der Gesteine sich zu Linien aneinander gruppiren, welche rechtwinkelig auf



einander stehen und so den Axen des regulären Oktaëders entsprechen, wobei viele ebenfalls rechtwinkelig gestellte Nebenzeilen sich an die Hauptlinien anheften. An tadellosem, unvergleichlichem Regelmaass, an Grösse und grenzenlosem Detail der Zusammensetzung können sich die Gebilde dieser Art, welche in Basalten und Laven viel verbreitet sind (vgl. Magneteisen) nicht mit denjenigen übrigens durchaus analogen messen, die sich in dem langsam erkalteten Schmelzproduct des Syenit vom Mount Sorrel bei Leicester ausgeschieden haben. Opake schwarze Oktaëderchen und Körnchen von Magneteisen sind nach den Axen eines grossen Oktaëders aneinandergefügt, und von diesen Hauptsträngen laufen abermals Zeilen von Oktaëderchen rechtwinkelig aus, welche ihrerseits wiederum seitlich kleine Zweiglein aussenden. Der Durchschnitt liefert ein durch die ausserordentlich weit getriebene Verästelung reichverziertes Kreuz (Fig. 40). An einem Oktaëder-Skelet von einem halben Zehntel Mm. Länge mögen leicht viele Tausend oktaëdrischer Körnchen betheiligt sein. Mitunter endigen die Axen in einem besonders dicken und wohlausgebildeten Magneteisenoktaëder; stellenweise haben sich die Enden der Axen auffallend gebogen, einem gerollten Farnkrautwedel zu vergleichen.[1] Ganz ähnliche Aggregationen weisen die mikroskopischen Kupferoxydulkrystalle in dem künstlichen rothen sog. Porporino-Glas auf.



Fig. 40.

Hierher gehören auch die sternförmigen Bildungen von Eisenglanz in dem zweiaxigen Glimmer von Pensbury und New-Providence in Pennsylvanien[2], welche aus lauter kleinen hexagonalen, gewöhnlich in die Länge gezogenen Tafeln bestehen, die sowohl unter einander als auch den Seitenflächen des Glimmers, worin sie liegen, parallel sind (Fig. 41). Die Tafeln gruppiren sich nicht bloss nach geraden, einander unter Winkeln von 60° schneidenden Reihen, sondern jede Reihe sendet armartig mehr oder weniger regelmässig andere aus, welche auf diese ebenfalls unter Winkeln von 60° stossen (vgl. Eisenglanz).

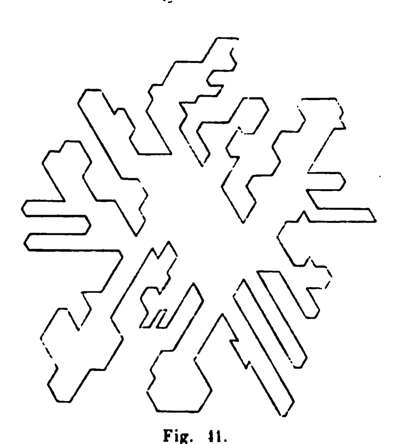


Fig. 41.

Die Mikrolithen, und zwar sowohl die pelluciden als die impelluciden, aggregiren sich sehr vielfach zu zierlichen sternähnlichen Gruppen, welche aus

1) F. Z., Neues Jahrb. f. Mineralogie 1870. 817.
2) G. Rose, Monatsber. d. Berl. Akad. 1869. 352.



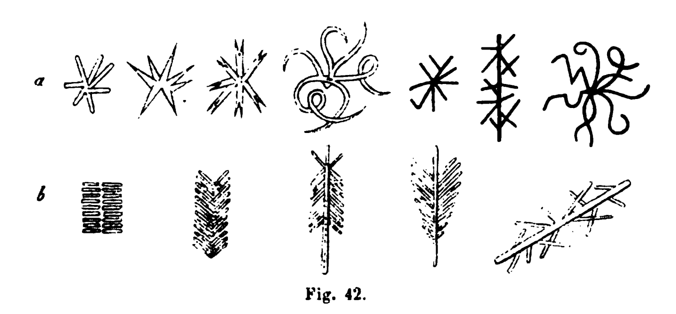


Fig. 42.

drei, vier oder mitunter recht zahlreichen nadelförmigen, pfriemenförmigen, gabelförmigen Individuen bestehen (Fig. 42 *a*); auch die schleifenartig gewundenen und geringelten Mikrolithen sind oft zu mehrern mit einem Ende vereinigt, während die andern Enden nach verschiedenen Richtungen rankenähnlich abschweifen, so dass Gestalten entstehen, die an eine vielbeinige Spinne erinnern. Manchmal hat ein fremder Mineralkörper z. B. ein Magneteisenkorn als Ansatzpunkt für die rund herum versammelten mikrolithischen Individuen gedient. Fadenförmige oder strahlenähnliche Mikrolithen finden sich bisweilen so aggregirt, dass ihre Vereinigung wie ein in der Mitte eingeschnürtes Ruthenbündel oder eine Strohgarbe aussieht, wobei dann die Enden sich in divergirende Fasern auflösen. Ferner erfolgen ährenähnliche Aggregationen der Mikrolithen (Fig. 42 *b*), indem zwei Reihen ganz kurzer Keilchen oder Nädelchen unter einem rechten oder spitzen Winkel entweder direct zusammenstossen oder wie an eine Spindel sich an eine in der Mitte befindliche längere und kräftigere Mikrolithen-Nadel zu beiden Seiten anheften, welche wohl auch, einem Stiel zu vergleichen, sich noch eine Strecke weit nackt und frei fortsetzt.



Fig. 43.

Erinnern diese Gruppirungsgestalten fast schon an organische Formen, so ist dies noch weit mehr der Fall bei den merkwürdigen Farnkraut- und blumenkohlähnlichen Augitgebilden, welche der Pechstein von Tormore und Corriegills auf der schottischen Insel Arran in sich enthält, und von welchen Fig. 43 eine schwache Vorstellung zu geben versucht. An einem Ende einer grünen Augitsäule als Axe sitzen überaus fein gekräuselte und gelockte, fadenförmige Wimperchen von Augit und, die



Aehnlichkeit mit einem Farnkraut wird noch besonders dadurch hervorgebracht, dass dieser Ansatz am Ende des Stengels in eine ganz feine Spitze ausgezogen anfängt und sich nach der Mitte zu allmählig erbreitert, um dann ziemlich stumpf zu enden. Es gewährt ein staunenswerthes Schauspiel, bei den Pechstein-Dünnschliffen gleichsam in einen anorganischen Farnkrautwald hineinzublicken, und die Schönheit erhöht es noch, dass diese Gebilde mit ihren nackten Stengeln zusammenschiessend, prachtvolle vielstrahlige Sterne erzeugen. Häufig auch sitzen an beiden Enden einer Augitnadel pinselförmige, rundlich umgebogene Büschel[1]).

Mit besonderer Vorliebe heften sich übrigens die kleinen Mikrolithen an grössere und regelmässig gebildete Krystalle, sei es derselben, sei es abweichender Art; deren Oberfläche ist, wie die zufälligen Durchschnitte lehren, oft ganz dicht mit jenen Nädelchen und Stachelchen in willkührlicher Stellung bedeckt.

In enger Beziehung zu den Mikrolithen stehen die Krystalliten[2]), über deren genetische und morphologische Verhältnisse Vogelsang eine Reihe höchst wichtiger Mittheilungen gemacht hat.

Vogelsang bezeichnet als Krystalliten „alle unorganischen Producte, in denen man eine regelmässige Anordnung oder Gruppirung erkennt, Gebilde, welche übrigens weder im Grossen und Ganzen noch in ihren isolirten Theilen die allgemeinen Charaktere krystallisirter Körper zeigen, namentlich nicht polyedrischen Umriss." Die Krystalliten sind also keineswegs als unvollkommen begrenzte, missgestaltete oder rudimentäre Krystalle zu betrachten, welche z. B. ihrerseits in den optischen Eigenschaften mit den normal ausgebildeten übereinstimmen. Vielmehr bezeichnen sie ein unter ausnahmsweisen Verhältnissen eintretendes Zwischenstadium zwischen dem amorphen und krystallinischen Zustand der Körper, einen vorkrystallinischen Zustand, aus welchem der directe Uebergang in deutlich individualisirte Krystalle stattfindet: dieser Uebergang erscheint aber nur als ein einziger, nicht näher zu definirender Moment. Manchmal von makroskopischen Dimensionen sind die Krystalliten doch vorwiegend mikroskopische

---

1) F. Z. in Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XXIII. 1871. 45. Ueber die Augitnatur dieser früher für Hornblende gehaltenen Gebilde vgl. die später folgende Beschreibung des arraner Pechsteins.

2) Archives néerlandaises tom. V. 1870 u. folgende Theile. In der letzten Abhandlung ist auch das Vorkommen der Krystalliten in den natürlichen Silicatgesteinen eingehend besprochen; alle Untersuchungen werden von trefflich ausgeführten farbigen Tafeln begleitet.

Gebilde, deren feinere Bauweise nur mit stärkerer Vergrösserung im Dünnschliff zu erforschen gelingt.

Künstliche Schlacken, daneben auch einige natürliche Gläser sind diejenigen Massen, in welchen die Gestaltung und Aggregation der fertigen Krystalliten vorzugsweise beobachtet werden kann, da hier das umgebende, einst zähflüssige Medium die Formentwicklung der durch Differenzirung des Magmas entstehenden Ausscheidungsproducte hemmte und sie gewissermaassen nicht über das Anfangsstadium hinauskommen liess, dessen verschiedene Entwicklungen der Untersuchung aufbewahrt sind. Sinnreich und glücklich suchte Vogelsang ähnliche genetische Verhältnisse bei einem Fundamentalversuch künstlich herbeizuführen, indem er eine Mischung von zwei Lösungen bereitete, deren eine aus Schwefel in Schwefelkohlenstoff, deren andere aus Canadabalsam ebenfalls in Schwefelkohlenstoff gelöst bestand. Verdunstet ein Tropfen einer solchen Mischung auf einem Glastäfelchen u. d. M., so wird die Masse immer dickflüssiger, und es lassen sich, während der Schwefelkohlenstoff entweicht, bequem sämmtliche in dem hemmenden Medium des Balsams vorgehende Erscheinungen wahrnehmen.

Als Globuliten bezeichnet Vogelsang jene kleinen, optisch isotropen sphäroidalen Gebilde, welche die primitive Form darstellen, in der ein krystallisationsfähiger Körper sich aus einem Medium ausscheidet, welches ihm einen gewissen Widerstand entgegensetzt. Die Globuliten reihen sich mitunter durch gegenseitige Anziehung in einer linearen oder etwas gekrümmten Richtung kettenförmig an einander und erzeugen so die einfachste Form zusammengesetzter Krystalliten, die so genannten Margariten. Ein höherer Grad der Krystalliten-Entwicklung gibt sich in der bei den Schwefelpräparaten sehr wohl zu verfolgenden Erscheinung kund, dass die Globuliten sich nicht nur nach einer Direction, sondern nach verschiedenen Richtungen regelmässig vereinigen, welche einander unter bestimmten Winkeln schneiden. Während beim Schwefel die isolirten Globuliten, wie erwähnt, optisch isotrop sind, stellt sich mit ihrer Zusammengruppirung im Allgemeinen die Doppelbrechung ein, obschon die aneinander gereihten sphäroidalen Individuen selbst als solche keineswegs regelmässigen Umriss zeigen; indess je unvollkommener diese zusammengesetzten Krystalliten sind, desto schwächer ist ihr Polarisationsvermögen.

Die rundlichen Globuliten treten nun auch, nach einer bestimmten Richtung sich direct aneinanderreihend und gewissermaassen in einander verschwimmend zu länglichen Nadeln zusammen, welche ebenfalls noch nicht polyedrische Umrisse besitzen; solche cylindrische Gebilde mit nicht kantiger und winkeliger, sondern abgerundeter Oberfläche und mitunter zugespitzten Enden, welche nach ihren Charakteren zu den Krystalliten gehören, nennt Vogelsang Longuliten. Bisweilen lassen dieselben noch eine Gliederung aus den linear zusammengetretenen rundlichen Globuliten

erkennen, oft sind sie aber auch derart zu Gestalten mit geradlinigen Seitenrändern verflossen, dass man ohne jene Zwischenglieder ihre Entstehung nicht ahnen würde.

Die Versuche mit Schwefel ergaben noch schliesslich die merkwürdige Erscheinung, dass die Globuliten in wirkliche Krystalle transformirt werden. Sofern die innere Molecularbewegung der Globuliten noch den äussern Widerstand des Canadabalsams genugsam überwinden kann, und diese ursprünglich flüssigen Kügelchen nicht als solche zu erstarren brauchen[1], verwandeln sie sich im Moment der Solidification, namentlich bei der durch die Strömungen bewirkten Herannahung an einen bereits fertigen Krystall, plötzlich in die primitive Pyramide des rhombischen Schwefels. Derlei kleine Schwefeloktaëderchen schiessen dann auch in linearen Reihen an einander.

Zu allen von Vogelsang in seinen künstlichen Schwefelpräparaten beobachteten Krystallitenformen finden sich die ausgezeichnetsten Analogieen in künstlichen Schlacken und Gläsern, da hier die vollständige Individualisation der Ausscheidungsproducte in einer ähnlichen Weise wie bei jenen Experimenten durch das umgebende Magma, welches zu erstarren bestrebt ist, verlangsamt und gehemmt wird. Auch die Schneesterne und die formenreichen Gebilde, welche der gefällte kohlensaure Kalk zeigt, werden von Vogelsang zu den Krystalliten gerechnet.

In Hochofenschlacken von der Friedrich-Wilhelms-Hütte bei Siegburg, der Königshütte in Schlesien, von Pont-l'Evêque bei Vienne u. a. O. kommen sehr charakteristische Globuliten vor, isolirt und zu manchfachen Gruppen verbunden. Betreffs des merkwürdigen Details in den Entwicklungsphasen dieser zusammengesetzten Krystalliten muss auf die Abhandlung mit ihren gelungenen Tafeln verwiesen werden, welche überhaupt die mikroskopische Structur dieser künstlichen Producte in lehrreicher Weise bespricht. Ausser jenen Krystalliten erscheinen auch hier gedrungenere und nicht gegliederte, mehr ein einheitliches Ganzes bildende, welche, gewissermaassen ein höheres Stadium der Entwicklung darstellend, auch auf polarisirtes Licht wirken und, weil sie sich so mehr den wahren Krystallen nähern, von Vogelsang als Krystalloide unterschieden werden. Durch allerlei Uebergänge stehen diese mit Gebilden in Zusammenhang, welche noch mehr zu den eigentlichen Krystallen hinneigen und in der That als blos unentwickelte rudimentäre Krystalle gelten müssen, d. h. mit Mikrolithen. Diese

---

[1] E. Weiss hat (Poggendorffs Annalen 1871. CXLII. 324) die interessanten Versuche Vogelsangs beim Schwefel sämmtlich bestätigt, glaubte aber, dass die Globuliten und Margariten wirkliche Flüssigkeitstropfen seien, während er die Longuliten als erste Krystalliten erkennt. Vogelsang hat diesen Einwand gegen die starre Beschaffenheit jener Gebilde in den Archives néerland. VI. 1871. durch fernere Mittheilungen entkräftet.

letztern erscheinen also sozusagen als Mittelglieder zwischen der höchsten (krystalloidischen) Stufe der Krystalliten und den gesetzmässig polyedrischen Krystallen. Alle diese Beobachtungen des genannten Forschers, insbesondere auch der Versuch, eine allgemeine Theorie der Krystallitenbildung aufzustellen, werden gewiss nicht ohne Einfluss auf unsere Anschauungen über die Entstehung der eigentlichen Krystalle bleiben.[1]) Einen besondern Abschnitt widmet Vogelsang dem Vorkommen der Krystalliten in den natürlichen Silicatgesteinen, namentlich dem Tachylyt, Basalt, Rhyolith, den Gläsern und Halbgläsern. Jene schon früher vielfach beobachteten rundlichen, meist gelblich oder bräunlich gefärbten Körnchen, welche sich oft in unendlicher Menge als unvollkommen gebildete Ausscheidungsproducte z. B. in der Glasmasse der Basalte finden, werden wohl mit vollem Recht zu den Globuliten gezählt, ebenso wie die rundlichen winzigen Partikel, aus welchen so viele kieselige Kügelchen zusammengesetzt erscheinen.

Aus andern als den oben erwähnten Schlacken hat v. Lasaulx ferneres Material über die Krystallitengestaltung beigebracht[2]); in den Silicatgesteinen verfolgte er die Krystalliten hauptsächlich da, wo sie als Einschlüsse innerhalb der pelluciden Feldspathe vorkommen; vieles aber, was v. Lasaulx aus letztern als Krystalliten beschreibt und abbildet, mag vielleicht mit grösserm Recht schon als Mikrolithen bezeichnet werden.

8) Mikroskopische Umwandlungsvorgänge.

Das Studium der in den Mineralien und Felsarten vor sich gehenden allmähligen Umwandlungsprocesse ist in den letzten Jahrzehnten überaus eifrig gepflegt worden, und Resultate sind daraus entsprungen von solcher Bedeutung, dass für wichtige Abschnitte der Geologie eine gänzliche Reformation unserer Ansichten sich vollzog. Während die chemische Analyse und die mineralogische Untersuchung das Product der Umwandlung im Steinreich kennen lehren, gestattet das Mikroskop über den Gang derselben früher ungeahntes Licht zu verbreiten. Mit seiner Hülfe kann man an

---

1) Ueber frühere mikroskopisch-krystallogenetische Forschungen vgl.:
Ehrenberg, Poggendorffs Annalen XXXVI. 240.
Frankenheim, ebendas. XXXVII. 516.
Link, ebendas. XLVI. 258.
Mitscherlich, ebendas. XLIX. 405.
Harting, Bull. de sc. phys. en Néerlande. 1840. 287.
Marchand, Journal f. prakt. Chemie XXIII. 460.
Kuhlmann, Comptes rendus LVII. 1036, von welchem zuerst hemmende Medien eingeführt wurden.
Tellkampf, Physikal. Studien. Hannover 1854.

2) Poggendorffs Annalen CXLIV. 1871. 142.

Dünnschliffen zumal der erst halb metamorphosirten Mineralgebilde Schritt für Schritt der molecularen Veränderung nachspüren und das Detail solcher interessanter Processe vollkommen erfassen — ein jugendlicher Zweig der mikromineralogischen Forschung, dessen Aufgabe mit derjenigen der pathologischen Anatomie vergleichbar ist. Neben dem mikroskopischen Studium der anatomischen Structur der normalen unveränderten Mineralien ist in den letzten Jahren auch dasjenige der in gewissermaassen abnormer Umwandlung begriffenen Körper in Angriff genommen worden. Gleichwie der pathologische Anatom die histologische Beschaffenheit einer phthisisch gewordenen Lunge untersucht, so wird hier mit denselben Hülfsmitteln z. B. diejenige eines halb oder vollends zu Serpentinmasse veränderten frühern Olivinkrystalls ermittelt. Wie innerhalb der Gesteine sich allmählig das Magneteisen in Eisenocker umwandelt, hier der Feldspath zu trübem mehlartigem Kaolin, dort der klare Leucit oder der Boracit zu einem verworren faserigen Aggregat wird, und letzterer damit die Fähigkeit erlangt, das Licht doppelt zu brechen, dort der Augit nach und nach zu grasgrünen, pinselförmigen Hornblendebüscheln umsteht, wie totaler Ruin das endliche Schicksal des fetzenweise zerstörten Noseans ist, wie der Olivin der Umwandlung zum Opfer fällt, welche zuerst seinen Rand ergreift und auf den Sprüngen in das Innere schleicht, bis der ganze klare Krystall bald mit noch erhaltenem Umriss, bald unter Verwischung desselben zu einer schmutziggrünen oder gelbbraunen serpentinartigen Masse umgeändert wird, wie die ganze Grundmasse gewisser Gesteine allmählig eine andere Beschaffenheit gewinnt, und wie denn eigentlich in den verschiedenten Felsarten die Neu-Ansiedelung zahlreicher Mineralien auf nassem Wege massenhaft von Statten geht — das Alles ist mit dem Mikroskop und nur mit diesem Grad für Grad und Schritt für Schritt aufs deutlichste zu verfolgen. Dies ausgedehnte Untersuchungsgebiet ist freilich bis jetzt noch wenig betreten worden, das Wenige aber, was darauf geärntet wurde, fordert laut zu fernern Forschungen auf. Dem Studium der mikrometamorphischen Processe scheint es vorbehalten, dereinst einen wichtigen Einfluss auf die Behandlung der Geologie auszuüben.

Alle diese Vorgänge der Umwandlung werden nur auf nassem Wege vermittelt. Wässerige mit verschiedenen aufgelösten Bestandtheilen beladene Flüssigkeit dringt zwischen die einzelnen Molecule der Mineralsubstanz ein, bewirkt deren Trennung, Hinwegführung, Substituirung. Die Circulation der Flüssigkeit würde aber, selbst wenn es gelänge, ein Mineral auf seiner ursprünglichen Lagerstätte mikroskopisch zu untersuchen, schwerlich als solche für unser Auge beobachtbar sein. Wir erschliessen nur die Richtung und Intensität dieser sog. Molecularströmung [1]) aus den physikalisch-

[1]) Vogelsang, Philosophie d. Geologie 150.

chemischen Modificationen der Masse, welche durch dieselbe bald rascher, bald nur nach lang andauernder Wirksamkeit erzielt wird.

Nach den bisherigen Untersuchungen wird von dem metamorphosirenden Gewässer in den meisten Fällen nicht die compacte Mineralsubstanz als ein zusammenhängendes Ganzes in Angriff genommen, sondern es knüpft sich die Bearbeitung derselben an eine vorhergegangene Zerspaltung, an die Ausbildung eines Netzes allerfeinster Klüftchen, welche dann als natürliche Canalwege die Strömung vermitteln. Zunächst werden die Wände dieser Capillarspalten molecular alterirt, und von hier aus dringt alsdann die Veränderung allmählig in die Masse ein. Bei den in den Gesteinen liegenden Gemengtheilen beginnt so die Umwandlung oft gleichzeitig an dem ganzen äussern Rande, wo die Verbindung mit der Umgebung, wenn auch nicht sichtbar, einigermaassen gelockert ist. Vortreffliche Beispiele für diese Vorgänge bieten der Olivin (Fig. 44), der Cordierit mit der namenreichen Schaar seiner Veränderungsproducte und der Eläolith. Manche unter einem besondern Namen angeführte und für feste Species gehaltene Mineralien sind nichts, als oft nur schwach längs Sprüngen umgewandelte andere; so bestehen z. B. der Aspasiolith und der Chlorophyllit weitaus der Hauptmasse nach noch aus frischem Cordierit. Aber blos in dem Dünnschliff tritt dies unvermuthete Verhältniss hervor, von welchem die Handstücke deshalb nichts verrathen, weil deren Oberfläche eben durch die alterirten Wandungen der in verschiedenster Richtung verlaufenden Spältchen gebildet wird. Haben jene Processe längere Zeit hindurch gespielt, so geschieht es, dass im Innern der bearbeiteten Krystalle sich nur noch rundliche oder eckige verschonte Kerne der frischen Substanz finden, welche gewissermaassen als Maschen-Ausfüllung in dem netzartig verschlungenen Umwandlungsproduct hervortreten.



Fig. 44.

Mitunter auch scheint es, dass die moleculare Metamorphose zunächst denjenigen Richtungen folgt, in welchen die mikroskopischen Flüssigkeitseinschlüsse gelagert sind, und die innere Raumerfüllung der Masse somit streckenweise Unterbrechungen darbietet. Oder es werden ferner, wie sich annehmen lässt, die Dichtigkeitsgrenzen für die nasse Einwirkung den Weg weisen; bei amorphen Medien, z. B. natürlichen Gläsern kommen wenigstens Erscheinungen vor, welche diese Ansicht unterstützen. Sämmtliche Vorgänge bei der Umwandlung werden häufig besser im polarisirten als im gewöhnlichen Licht offenbar.

Selbstredend ist bei der verändernden Wirkung der Flüssigkeiten nicht nur die Durchströmbarkeit, die Imbibitionsfähigkeit der Masse, sondern auch deren Empfänglichkeit für solche Processe von Gewicht. So ist trotz der

vielfachen Durchspaltung des Quarzes derselbe fast niemals molecular metamorphosirt; die wässerige Durchströmung seiner Masse tritt aber durch die auf den Spältchen erfolgte Ablagerung und Ausscheidung secundärer Gebilde, z. B. von Eisenocker, ersichtlich hervor.

Im Allgemeinen schlägt die moleculare Umwandlung der Mineralkörper den Weg von aussen nach innen ein, und die centralen Partieen sind oft noch frisch, während die peripherischen alterirt erscheinen. Gleichwohl ist auch der umgekehrte Fall, dass die Metamorphose zuerst den Kern ergreift, bisweilen u. a. bei Feldspathen zu beobachten. Eine abweichende physikalische und chemische Beschaffenheit scheint die Ursache zu sein, weshalb hier der Process in anderer Richtung verläuft. Ist z. B. der Feldspath wie so häufig gerade in seinem Innern reich an eingehüllten Glaspartikeln, fremden Kryställchen, Dampfporen, Flüssigkeitseinschlüssen, so kann es leicht geschehen, dass diese nicht homogene Masse, vorausgesetzt dass Spältchen in sie hineinziehen, eher von den Gewässern umgewandelt wird, als die randliche reine Feldspathsubstanz.

Man könnte geneigt sein vorauszusetzen, dass zwischen dem neugebildeten Umwandlungsproduct und der noch intacten Mineralmasse örtlich ein Zwischenstadium bestehe, in welchem die letztere gewissermaassen zum Uebergang in das erstere präparirt werde, in welchem die ursprüngliche Substanz förmlich vorbereitende Veränderungen aufweise, und sich somit weder mehr das unversehrte originäre noch schon das charakteristische secundäre Gebilde darbiete. Seltsamerweise wird die Gegenwart eines solchen supponirten Zwischenproducts durch das Mikroskop selbst bei stärkster Vergrösserung fast niemals bestätigt: hart und scharf und ohne jedweden vermittelnden Uebergang grenzen die unangegriffene Masse und ihr oft fremdartiges, mit den abweichendsten physikalischen Eigenschaften ausgestattetes Umwandlungsproduct an einander, scheinbar jeder gegenseitigen Beziehung entbehrend.

Bemerkenswerth ist, dass das Umwandlungsproduct, da wo ihm eine intensive Krystallisationstendenz eigen ist, mit der ihm eigenthümlichen Gestalt in die ursprüngliche Mineralmasse hineingreift. So sieht man an einem Dünnschliff des äusserlich in Bleiglanz veränderten Pyromorphits von Bernkastel auf der scharfen Grenze zwischen beiden Substanzen u. d. M. sehr deutlich ausgeprägte dunkle Würfelchen in die klare farblose Masse des Pyromorphits hineinragen. Von der Bleiglanzgrenze ziehen sich, Vorläufer des Angriffs bildend, schwarze Aederchen in den Pyromorphit hinein, welche dessen Spältchen folgen. Ja es liegen auch Bleiglanzwürfelchen von 0.006 Mm. Dicke oder kleine Aggregate derselben vorgeschoben und anscheinend isolirt in der Pyromorphitmasse. Im Gegensatz zu dieser Erscheinung wird aber auch die ursprüngliche Mineralsubstanz, wenn sie durch und durch sehr krystallinisch beschaffen ist, ihrerseits förmlich mosaikartig



in Partikeln angegriffen und alterirt, welche ihrer eigenen Krystallform entsprechen. Ein ausgezeichnetes Beispiel dafür bietet die Pseudomorphose von Malachit nach Rothkupfererz von Chessy, von welcher man zierliche Dünnschliffe anfertigen kann, die innen einen dunkelrothen Kern, aussen einen schön grünen Rand besitzen. Die allmählige Umwandlung des Rothkupfererzes erfolgt hier so (Fig. 45), dass von ihm selbst oktaëdrische, im Durchschnitt vier- und dreieckige Partikel metamorphosirt werden, und so der Verlauf der scharfen Grenzlinie zwischen beiden Mineralien durch die Form des Rothkupfererzes, nicht des Malachits vorgeschrieben wird. Innerhalb des Malachits trennen grüne Arme desselben anscheinend isolirte Fetzen und Klumpen des Rothkupfererzes von dessen Hauptmasse; auch diese vorläufig übrig gebliebenen Partieen haben rechtwinkelig eingezackte und ausspringende Ränder. Die Richtung der Malachitfasern ist bald verworren, bald aber auch — in auffallender Weise — auf weite Strecken hin regelmässig büschelartig fortlaufend.



Fig. 45.

Ob auf der Umwandlungsgrenze, wie im erstern Falle, die eigenthümlichen Gestalten des metamorphosirenden oder, wie im zweiten, die des metamorphosirten Minerals zum Vorschein kommen, das scheint darnach von der gegenseitigen Stärke der Krystallisationstendenz bei dem Verdränger und dem Verdrängten (vielleicht auch von dem Maass der Dichtigkeit) abzuhängen.

Mehr als durch die bisherige Betrachtung der Handstücke ergibt es sich durch das mikroskopische Studium von Dünnschliffen, dass mitunter bei einem und demselben Mineral zweierlei verschiedene Umwandlungsprocesse auf einander gefolgt sind. Die ursprüngliche Substanz wurde, vielleicht mit Verschonung etlicher Kerne, welche von der anfänglichen Beschaffenheit Kunde geben, metamorphosirt, und dieses secundäre Product erfuhr dann in einem fernern Stadium seinerseits z. B. längs darin ausgebildeter Capillarspalten eine weitere Alteration in eine abweichende Materie. Dabei kann es geschehen, dass jene während der ersten Phase conservirt gebliebenen Kerne unmittelbar erst von der zweiten Umwandlung erfasst werden. Die vielgliedrige Sippschaft der Nachkommen des Cordierits liefert für derartige Vorgänge manche Belege.

Während manchmal das mikroskopische Umwandlungsproduct einer bestimmt charakterisirten, wohl bezeichneten, bekannten und benannten Mineralsubstanz angehört und zweifellos darauf bezogen werden kann, ist es in vielen andern Fällen nicht möglich, dasselbe mit einem der bisher



makroskopisch bekannten Mineralien zu identificiren. Dies mag einestheils davon herrühren, weil das betreffende Gebilde makroskopisch überhaupt nicht existirt oder noch nicht gefunden ist, andererseits, weil das makroskopische Vorkommniss noch nicht bezüglich seiner mikroskopischen Verhältnisse untersucht wurde, oder weil letztere zu wenig charakteristisch sind, um die Wiedererkennung zu ermöglichen. Ueberhaupt ist es für die mikroskopischen Umwandlungsprocesse oft ungemein schwierig, dasjenige in genau bezeichnende Worte zu fassen, oder selbst durch eine Abbildung wiederzugeben, was sich bei der Betrachtung der Präparate mit grösster Bestimmtheit offenbart.



Dritter Abschnitt.

Besondere mikroskopische Beschaffenheit der einzelnen Mineralien.

In folgendem ist versucht worden, dasjenige, was bisher über die mikroskopische Beschaffenheit der einzelnen Mineralien bekannt oder neuerdings beobachtet wurde, zum ersten mal zusammenzustellen und zu verarbeiten. Da das Mikroskop, seit sein Gebrauch allgemeiner wurde, im Ganzen mehr petrographischen als rein mineralogischen Zwecken diente, so ist es erklärlich, dass diejenigen Mineralien, welche als Gemengtheile der Felsarten auftreten, in jener Hinsicht verhältnissmässig am besten bekannt sind.

Der nachstehende Abschnitt hat nicht nur einen descriptiven, sondern auch einen diagnostischen Zweck. Bei den einzelnen Mineralien, insbesondere denjenigen, welche als Bestandtheile der Gesteine eine weitere Verbreitung und höhere Wichtigkeit besitzen, ist darnach getrachtet worden, alle solche charakteristische Momente hervorzuheben und mit andern in Gegensatz zu stellen, welche geeignet sind, die Wiedererkennung und Bestimmung des betreffenden Minerals zu vermitteln, eine mikroskopische Kennzeichenlehre zu begründen. Neben der Histologie der frischen wurde auch die — pathologische — Anatomie der in molecularer Umwandlung begriffenen Mineralkörper berücksichtigt.

Es bliebe noch ein Wort über die Reihenfolge der einzelnen Mineralien und die Anordnung derselben in Gruppen zu sagen übrig, welche für die vorliegende Aufgabe von sehr unerheblicher Bedeutung sind. Um in erster Linie die vorzugsweise erforschten und in petrographischer Hinsicht entschieden wichtigsten Silicate (nebst dem Quarz) zur Sprache bringen zu können, wurde das Mineralsystem von Christ. Sam. Weiss in seinen Hauptzügen zur Grundlage gewählt. An jene reihen sich die Erdsalze und Ha-

loidsalze, die Metallsalze, gediegenen Metalle, Metalloxyde und Metalloxydhydrate, Schwefelmetalle; den Schluss machen die sog. Inflammabilien. Aus mehrern dieser Mineralgruppen liegen aber bis jetzt, wie es zum Theil in der Impellucidität ihrer Glieder begründet ist, nur äusserst spärliche Untersuchungen vor. Ueber die kleinen Inconsequenzen, welche mit der angenommenen Ordnung verknüpft sind, z. B. die Einfügung des Quarzes unter die Silicate, möge man in Anbetracht des Umstandes hinwegsehen, dass die zu besprechenden Mineralien am Ende auch alphabetisch hätten aneinandergereiht werden können.

Silicate.

Quarz. Der Quarz gewinnt im Durchschnitt eine völlig wasserklare Masse, die nur von wenigen und dann ganz unregelmässigen Sprüngen durchzogen ist, und da die Oberfläche seiner Schliffe auch ohne besondere Politur starken spiegelnden Glanz erhält, so liefert dieses Mineral u. d. M. einen recht charakteristischen Anblick, der es selbst da wohl erkennbar macht, wo es als verborgener und ganz irregulär begrenzter Gemengtheil von Felsarten auftritt. Die lebhafte chromatische Polarisation und der Mangel jedweder Umwandlungserscheinung treten als bezeichnende Eigenschaften hinzu.

Die Durchschnitte durch die blos pyramidal krystallisirten Quarze ergeben parallel den Nebenaxen ein einfach brechendes Sechseck, parallel der Hauptaxe einen doppeltbrechenden Rhombus; diejenigen durch die in der Combination von Pyramide und Prisma ausgebildeten parallel den Nebenaxen ein einfachbrechendes regelmässiges, parallel der Hauptaxe ein doppeltbrechendes Sechseck mit gewöhnlich zwei Seiten von abweichender Länge. Doch sind bei allen diesen Durchschnittsfiguren, vermöge der vielfachen Verzerrtheit der Individuen die krystallographisch zusammengehörenden Randlinien überaus häufig nicht im Gleichgewicht und von verschiedener Ausdehnung, dazu die Ecken vielfach nicht scharf, sondern abgerundet. Da wo in den Graniten, Felsitporphyren und Trachyten der Quarz als mikroskopischer Gemengtheil sich findet, ist meist die allgemeine Regel erfüllt, welche die Ausbildungsweise auch der makroskopischen Quarzindividuen in den einzelnen dieser Gesteine beherrscht: die Quarze der eigentlichen Granite sind immer unregelmässig begrenzte Körner; erscheint das Mineral in den Felsitporphyren und Trachyten krystallisirt, so ist es in jenen als einfache Pyramide, in diesen als Combinatien von Pyramide und Prisma vorhanden.

Bekanntlich ist der Quarz dasjenige Mineral, in welchem bis jetzt durch makroskopische Beobachtung die meisten fremden Einschlüsse aufgefunden worden sind: auch die bisherigen mikroskopischen Untersuchungen haben be-



reits eine grosse Anzahl solcher eingewachsener Gebilde nachgewiesen. Dazu gehören: Einschlüsse einer Flüssigkeit (in Bergkrystallen, Drusenquarzen aller Art, den Quarzen, die als Gemengtheile der verschiedenen krystallinisch-körnigen und -schieferigen Gesteine auftreten), welche nach dem augenblicklichen Stande der Kenntniss bald aus gewöhnlichem Wasser, bald aus kohlensäurehaltigem Wasser, bald aus einer wässerigen Salzsolution, bald aus liquider Kohlensäure besteht (vgl. S. 54 ff.); Einschlüsse von Glas oder benachbarter Grundmasse in den Quarzen der Felsitporphyre, Glasgesteine, Trachyte (vgl. S. 68 ff.); Hornblende, z. B. im Prasem; Amianth; Disthen; Krokydolith; Eisenglanz; Apatit, Glimmer, Magneteisen.

Was die mikroskopischen flüssigen und glasigen Einschlüsse in den Quarzen der verschiedenen Gesteine anbetrifft, so sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass man bis jetzt in denjenigen der Granite und Syenite lediglich die erstern und zwar in unendlicher Anzahl, aber — zwei oder drei Fälle unter den hunderttausend durchmusterten Individuen ausgenommen — noch keinen ächten Glaseinschluss wahrgenommen hat, eine Thatsache, die zu der Wahrscheinlichkeit geleitet, dass das Eruptivmagma der Granite sich nicht in einem lavaartigen Schmelzfluss befunden, dass dagegen während seiner Festwerdung das Wasser eine wesentliche Rolle gespielt habe. In den Quarzen der Felsitporphyre begegnet man auch noch zahlreichen Einschlüssen einer wässerigen Flüssigkeit, welche jedoch an relativer Menge denen im Granitquarz nachstehen; daneben erscheinen aber zierliche Partikel von unzweifelhaftem Glas in reichlicher Fülle; in der mikroskopischen Beschaffenheit der Porphyrquarze steht demgemäss mit deutlich lesbaren Zügen geschrieben, dass das Gestein, dessen integrirenden Theil sie ausmachen, einstmals einen wirklich geschmolzenen Zustand besessen habe, dass dieser Schmelzfluss aber auch noch in hohem Maasse durchwässert war. In den Quarzen der Trachyte hat man vermittelst des Mikroskops bis jetzt nur ganz überaus spärliche Flüssigkeitseinschlüsse gefunden (doch sind auch selbst die Gemengtheile der Laven von diesen Gebilden nicht völlig frei): dagegen vermisst man selten isolirte Glaspartikelchen in einer Reichhaltigkeit, wie man sie in keinem der vorher genannten Gesteine jemals beobachtet hat; die Flüssigkeitseinschlüsse sind hier förmlich durch die Glaseinschlüsse ersetzt. Völliger lavaähnlicher Schmelzfluss, nur schwach durchwässert, das war, wie uns das Mikroskop berichtet, die ursprüngliche Beschaffenheit der trachytischen Eruptivmassen. Alle jene Structurunterschiede sind im Grossen und Ganzen so constant, dass ein geübter Forscher oft bloss durch die Untersuchung des Quarzes zu erkennen vermag, ob das ihn beherbergende Gestein Granit, Felsitporphyr oder Trachyt ist.

Diesen aus der Mikrostructur der Quarze vermittelst unendlich winziger Körperchen gewonnenen Schlüssen dienen andere geologische Verhält-



nisse zur auffallenden Bestätigung, für welche ein Augenblick Verweilens in Anspruch genommen werden mag. Bei keinem Granit ist die Verknüpfung mit einer, den ursprünglichen Schmelzfluss bekundenden Ausbildungsweise seiner Masse, etwa mit verschlackten, glasigen, schaumigen Producten wahrgenommen worden. Keinerlei wahrhaft kaustische Contacterscheinung ist bei ihm mit Sicherheit bekannt, und wenn ihm demzufolge eine Temperatur, wie sie die heutigen Laven zeigen, nicht füglich zugeschrieben werden kann, so sind andererseits die von ihm ausgehenden vielgestaltigen Contactmetamorphosen des Nebengesteins derart, dass sie nur auf Umbildung vermittelst heissen aus dem Eruptivmagma ausgeschiedenen Wassers zurückzuführen sein dürften. — Im innigsten geologischen Verbande mit den Felsitporphyren befinden sich mehrorts Pechsteine, die lediglich eine glasartige Modification derselben darstellen, wie sie nur aus geschmolzenen Massen hervorgehen kann: das Pechsteinglas ist aber im Einklang mit obigen Voraussetzungen in der That stark wasserhaltig. Gegen das Nebengestein trägt der damit in Berührung gekommene Felsitporphyr ein vom Granit durchaus abweichendes Verhalten zur Schau. Jene bedeutsamen Veränderungen im Gefüge, jene reichhaltige Imprägnation mit neugebildeten Mineralien wird hier durchweg vermisst, höchstens war es dem Felsitporphyr gegeben, die angrenzenden Schichten hier und da mit etwas Kieselsäure zu schwängern. Sind wir berechtigt, in den abwechslungsvollen und tiefeingreifenden Umwandlungen, welche der Granit vollstrecken durfte, eine directe Wirkung des aus ihm bei der Erstarrung ausgeschiedenen heissen Wassers zu erblicken, so mag der fast absolute Mangel solcher Phänomene in Begleitschaft des Felsitporphyrs den eben schon anderweitig gezogenen Schluss erhärten, dass sein Eruptivmagma bei weitem nicht in ähnlicher Weise durchwässert war. Andererseits aber begegnen wir bei dem Felsitporphyr leibhaftigen Urkunden für die hohe Temperatur, welche seiner aufsteigenden Masse eigen war, Contacterscheinungen ächt kaustischer Art, wie sie das Granitmagma nirgends hervorzubringen vermochte. — Legen wir an das oben für den Trachyt gewonnene Ergebniss vorurtheilslos den Prüfstein dieser anderweitigen Beziehungen. Besteht die Annahme von seinem vormaligen lavaähnlichen, nur schwach durchwässerten Schmelzfluss zu Recht, so müssen seine glasigen, schaumigen und schlackigen Ausbildungsweisen sich in Hülle und Fülle und zwar im wasserfreien oder wasserarmen Zustande finden, kaustische Einwirkungen auf das Nebengestein vielorts nachweisen lassen, dagegen diejenigen Erscheinungen bei dem Nebengestein vermisst werden, von denen man mit Fug glaubt, dass sie durch das aus dem Magma ausgeschiedene heisse Wasser vermittelt werden. Dass dem in der That so ist, bedarf wohl keiner nähern Ausführung. Jedes der dreimal für die einzelnen Gesteine herangezogenen und combinirten Verhältnisse gereicht, ohne einen Wider-

spruch hervortreten zu lassen, in seiner Bedeutung dem andern sowohl zur Stütze als zur Erklärung.

Gelten die Granite als Repräsentanten der verhältnissmässig ältesten, die Felsitporphyre als diejenigen der mittelalterigen, die Trachyte als solche der jüngern Eruptivgesteine, an welche sich die heutigen Laven mehr oder minder unmittelbar anschliessen, so könnte man geneigt sein, in dem Zustand der einzelnen Magmen, von den ältesten bis zu den jüngsten eine gewisse Stufenleiter zu erblicken, die sich in der Mitwirkung sowohl des Wassers als des Schmelzflusses bei der Plasticität derselben ausspricht: bei den Graniten spielte darnach das Wasser eine grössere Rolle als bei den Porphyren, bei welchen auch der Schmelzfluss zur Geltung kommt; bei den Trachyten (und Basalten) aber tritt die Durchwässerung schon ganz in den Hintergrund gegen die vorwiegend geschmolzen-plastische Masse. In den jetzigen Laven selbst ist gewissermaassen als letzte Erinnerung an die ehemalige Beschaffenheit der eruptiven Vorläufer das Wasser immer noch spurenhaft vorhanden, so spärlich aber, dass diese Durchbruchsmassen der heutigen Zeit kurzweg als feuerflüssig bezeichnet werden.

Der Prasem von Breitenbrunn erhält seine grüne Farbe und wahrscheinlich auch seinen Fettglanz durch reichlich eingewachsene strahlsteinähnliche Hornblende. Die dickern grasgrünen Säulen, welche in der farblosen Quarzsubstanz liegen, erweisen im Durchschnitt ihren charakteristischen stumpfen Winkel. Feine, ganz blassgrüne Nadeln und lange Fasern, welche selten gerade gezogen, meist gekrümmt, mitunter gar schleifenähnlich gebogen sind, finden sich daneben nach allen Richtungen umhergestreut, hier lockerer, dort so dicht gehäuft, dass der Vergleich mit einer Schilfmasse nahe liegt; die dünnsten dieser Hornblenderanken messen kaum 0.002 Mm. Dicke bei oft 200 mal so grosser Länge. Grosse Flüssigkeitseinschlüsse mit mobiler Libelle sind reihenweise durch die Quarzmasse vertheilt.

Ein Gemenge ganz ähnlicher Art ist der indigoblaue Sapphirquarz oder Siderit von Golling in Salzburg. Hier sind es dünne lange Säulchen und Fasern von dem dort auch selbständig vorkommenden Krokydolith, welche nach allen Richtungen im dichtesten Gewimmel im Quarz eingewachsen sind, stellenweise u. d. M. ein förmliches Filzgewebe darbietend, zwischen dessen zarten lichtgraulichblauen Fäden die Quarzmasse kaum mehr hervortritt.

Ein Geschiebe von Avanturinquarz aus Spanien ergab u. d. M., dass er aus lauter einzelnen, wasserklaren rundlichen und eckigen Quarzkörnern besteht, und die nach allen Directionen verlaufenden Fugen zwischen denselben mit hochrothem oder röthlichgelbem gestaltlosem Eisenoxyd ausgefüllt sind, dessen unendlich dünne Häute ähnlich wie beim Sonnenstein den blitzenden Schiller hervorbringen. Dieses Eisenoxyd scheint erst secundär auf jenen Spältchen abgelagert zu sein.

Der Hornstein erweist sich u. d. M. als ein durchaus krystallinisches Aggregat von eckigen und rundlichen Quarzkörnchen, von denen jedes wegen seiner abweichenden optischen Orientirung im polarisirten Licht eine von der des Nachbarn verschiedene Farbe trägt. In einem Hornstein von unbekanntem Fundort wurden sehr zahlreiche rauhflächige Rhomboëder (bis 0.2 Mm. gross) beobachtet, wie es scheint, die Grundform eines rhomboëdrischen Carbonats, etwa von Kalkspath, Dolomit oder Magnesit. M. C. White untersuchte auf Veranlassung Dana's mikroskopisch verschiedene Hornsteinknollen der Devon- und Silurformation von New-York und erkannte darin zahlreiche Exemplare von Desmidiaceen, insbesondere Xanthidium, mehrere Diatomeen, Nadeln von Spongien und Bruchstücke vom Zahnapparat der Gasteropoden. Aehnliche Resultate ergaben die Hornsteinknoten im Black-river-Kalkstein und im untercarbonischen Kalkstein von Illinois, welche F. H. Bradley prüfte[1]. In einem schwarzen Hornstein der Steinkohlenformation des Plauenschen Grundes von Zaukeroda bei Dresden fand Ehrenberg mehrere sog. Infusorien[2].

Der Hornstein liefert bekanntlich vielfach das Versteinerungsmaterial von Hölzern. Ueber verkieselte Hölzer, auf deren organische Structur hier nicht eingegangen werden kann, vgl.:

Cotta, B., die Dendrolithen in Beziehung auf ihren innern Bau 1832.

Göppert, Neues Jahrb. f. Mineral. 1837. 403.

Unger, Neues Jahrb. f. Mineral. 1842. 149.

C. G. Stenzel, Ueber die Staarsteine. Act. acad. Leop.-Car. nat. cur. 1854. XXIV (b. XVI) II. 751—896. Taf. 34—40.

E. E. Schmid und M. J. Schleiden, Ueber die Natur der Kieselhölzer (X und 42 S. 3 Tfln. Jena 1855).

A. Knop, Psarolithen von Hilbersdorf bei Chemnitz, Neues Jahrb. f. Mineral. 1859. 557.

Nachdem D. Schaffner in Nr. 19 der Zeitschrift „Flora" von 1844 alle angeblichen Algen in den Achaten für Dendriten erklärt hatte, beschrieb er ebendas. Nr. 36 von 1859 einen durchsichtigen grünen Jaspis (zum Verschleifen über England aus Ostindien gelangt), welcher ächte Algen von wunderbarer Erhaltung umschliesse. Das Chlorophyll sei so wenig verändert, dass man frische Pflanzen zu sehen glaube, von welchen Schaffner einige im vergrösserten Maassstabe abbildet. Man erkenne darunter Confervenfäden, eine Vaucheria, die der V. clavata gleiche, die Syrogyra quinina, ein Oedogonium, Fragmente von Cladophora, sowie ein eigenthümliches Fadennetz, welches an Hydrodictyon erinnere. Einer die-

---

[1] Americ. journal of sc. 1862. Mai. S. 385; Annals and mag. of nat. hist. (3) X. 1862. 160.

[2] Mikrogeologie tb. 37. XII. Fig. 1—5.

ser Algenfäden scheine vier Sporen einzuschliessen. In einer opaken roth gefleckten Jaspis-Varietät gewahre man Protococcus-Körnchen in so reichlicher Menge, dass die grünliche Farbe davon herzurühren scheine. Das Vorkommen dieser organischen Reste in den Jaspisen beweise eine jugendliche Entstehung derselben in Süsswassern.

Die meisten Chalcedone, an welchen schon früher G. Jenzsch[1]) eine Zusammensetzung aus feinen Individuen erkannt hatte, besitzen nach Behrens[2]) ein faseriges, mikroskopisches Gefüge, während dichte structurlose Stücke gar nicht, sphärolithische (oolithische) nur selten vorzukommen scheinen. Dicke Stücke von Chalcedon enthalten gewöhnlich Cacholong, der entweder lagenweise damit wechselt, wobei die Cacholonglagen nach unten zu immer dicker werden, oder eine dicke Lage auf dem Chalcedon bildet. Die faserige Masse des Chalcedons ist gegen den dichten oder sphärolithischen Cacholong scharf abgegrenzt, ihre Fasern sind zu einfachen oder concentrisch schaaligen Kugelsectoren gruppirt, es kommt aber nicht zur Bildung vollständiger Sphärolithe, auch wird bei weitem nicht die feine und scharfe Ausbildung der Schaalen in den Hyalitsphäroiden erreicht. Polarisationskreuze erhält man von diesen Kugelsegmenten nicht; der Querschliff schön radial-faseriger Chalcedonstalaktiten liefert meist zwischen den Nicols nur eine Menge buntfarbiger schmaler und unregelmässig vertheilter Büschel. In den Chalcedonen kommen nach Behrens auch mikroskopische Quarzsphärolithe vor, wie sie bei den gemengten Opalen beschrieben werden.

Der blass smalteblaue Chalcedon von Tresztyan in Siebenbürgen mit seinen würfeligen Gestalten besteht grösstentheils aus faserigen Sphärolithen, die an vielen Stellen dicht an einander gedrängt sind, an andern eine mässige Quantität stark polarisirender feinkörniger trüber Masse zwischen sich lassen. Die Grundmasse ist nicht überall von gleicher Beschaffenheit, es wechseln härtere Partieen mit weichern, weniger durchscheinenden in dünnen buckeligen Lagen, welche sich in die Würfel der Oberfläche hineinziehen. Die Ausscheidung des Cacholongs ist hier in ihren Anfängen stehen geblieben. Die Sphärolithe sind ebenfalls trübe, ziemlich gross (0.016 — 0.086 Mm.), theils einfach, theils aus 2 oder 3 concentrischen Lagen zusammengesetzt. Diese von Behrens[3]) beobachtete Mikrostructur macht es recht wahrscheinlich, dass die Chalcedongebilde von Tresztyan dennoch Pseudomorphosen nach einem würfeligen Mineral (etwa Flussspath) und nicht ursprüngliche (rhomboëdrische) Kieselsäure-Krystalle sind, wofür

---

1) Poggendorffs Annalen Bd. 126. 498. Biot beobachtete schon die Polarisation radial geschnittener Chalcedonplättchen.

2) Sitzungsber. d. Wiener Akad. LXIV. 1. Abth. Dec. 1871. S. 38.

3) Ebendas. S. 39.

sie wieder gegolten haben, nachdem Ferber daran den Polkantenwinkel des Quarzrhomboëders (94° 15′) gemessen hatte.

Dünnschliffe des Chrysopras aus Kosemütz bestehen u. d. M. aus lauter einzelnen neben einander gefügten rundlichen oder länglichen fast farblosen Durchschnitten, die aus ungemein zarten concentrischen Lagen zusammengesetzt sind, so dass hier wahrscheinlich ein Aggregat von zwiebelähnlich struirten Sphäroiden vorliegt; hin und wieder sind die einzelnen Durchschnitte durch gegenseitige gleichmässige Pressung roh sechsseitig begrenzt. Radialfaserige Structur ist nicht ersichtlich, weshalb auch im polarisirten Licht keine Kreuzchen erscheinen.

Der Heliotrop ist nach Behrens[1]) mikroskopisch nichts anderes, als ein mit vieler Grünerde und kleinen Eisenoxydflecken verunreinigter Chalcedon von grobem Gefüge. Im Heliotrop von Zweibrücken wechseln beinahe farblose Partieen von kurz- und dickfaserigem Chalcedon mit solchen, deren Reichthum an Grünerde so gross ist, dass im Schliff nur die Ränder ein wenig durchscheinend werden, und dass man mit einer scharfen Nadel Partikel losstechen kann, die durch heisse Salzsäure zersetzt werden, ohne zu gelatiniren.

Die Feuersteine enthalten oft mikroskopische Foraminiferen und kieselschaalige Diatomeen. Ein Feuerstein aus Jütland wies eine beträchtliche Menge von sehr scharf um und um ausgebildeten bis 0.01 Mm. grossen Rhomboëdern auf, wahrscheinlich —2 R des Kalkspaths; wegen der starken Doppelbrechung sehen sie ziemlich dunkel aus.

In den Achaten[2]) bestehen die prächtig hochrothen Streifen aus milchweissem Quarz, in welchem feinpulveriges Eisenoxyd sehr dicht gehäuft ist. D. Brewster maass die ausserordentlich minimale Dicke an einzelnen Achatlagen und fand, dass dieselben z. B. $\frac{1}{17220}$, $\frac{1}{22140}$, $\frac{1}{45920}$, $\frac{1}{50840}$, $\frac{1}{55760}$ Zoll betragen.[3])

---

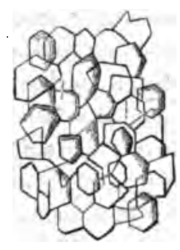
[1]) Ebendas. S. 13.

[2]) Stalaktitische Bildungen und nicht organische oscillatorien-ähnliche Ueberreste sind die cylindrischen mit deutlichern oder schwächern Einschnürungen versehenen, am Ende kugelig abgerundeten Körper, welche Cotta in dem schlottwitzer Trümmerachat auf den Seitenflächen eines hindurchziehenden Amethystganges aufgewachsen fand und im Neuen Jahrb. f. Mineral. 1837. 299 beschrieb. Ehrenbergs damalige Entdeckungen haben bei der Deutung als Organismen mitgewirkt. Nöggerath gab später die richtige Erklärung (Niederrhein. Ges. f. Nat.- u. Heilk. zu Bonn 4. Nov. 1857). Gergens vermochte die grünlichbraunen confervenähnlichen Bildungen der sog. Moosachate sogar täuschend ähnlich nachzumachen, indem er einen Eisenvitriolkrystall durch verdünnte Natron-Wasserglaslösung oberflächlich zersetzte (N. Jahrb. f. Mineral. 1858. 799).

[3]) Philos. magaz. (3) XXII. 23; Poggendorff's Annalen LXI. 1844. 134.



Tridymit. Der mikroskopische Tridymit[1]) stellt sich bei stärkerer Vergrösserung als kleine farblose Blättchen von sechsseitiger oder etwas rundlicher Umrandung dar, welche gewöhnlich in reichlicher Menge unmittelbar nebeneinander und übereinander zusammengruppirt sind. Diese locale Anhäufung der zarten und dünnen wasserhellen Täfelchen, welche jedweder Grelligkeit entbehren und ihre gegenseitige meist schuppenartige oder dachziegelähnliche Uebereinanderschichtung bildet das eigentlich Bezeichnende des mikroskopischen Tridymits und kehrt in merkwürdiger Weise überall wieder (Fig. 46). Die natürlichen Tridymitaggregationen sind den künstlich von G. Rose durch Zusammenschmelzen von Adular und Phosphorsalz erzeugten recht ähnlich. Sind auch die einzelnen Blättchen gewöhnlich nicht sonderlich scharf sechsseitig begrenzt, sondern meistentheils etwas abgerundet oder verzerrt, so kann doch an der Zugehörigkeit zum hexagonalen System kein Zweifel sein; denn etliche sind immer regelmässig ausgebildet, und wo selbst die verkrüppelten horizontal liegen, da wirken sie zwischen den Nicols nur optisch einfach brechend. Der Durchmesser der Blättchen des eigentlichen mikroskopischen Tridymits übersteigt selten 0.02 Mm. Die Umrisse der Durchschnitte der Tridymit-Aggregate sind oftmals etwas in die Länge gezogen.


Fig. 46.

Mitunter ist etwas Eisenocker als unendlich feine Haut zwischen den einzelnen Tridymitlamellen eingedrungen, wodurch diese um so besser gegenseitig abgegrenzt erscheinen. Kein einziges der übrigen als mikroskopische Gesteinsgemengtheile auftretenden hexagonalen Mineralien — weder Quarz, noch Nephelin, noch Apatit — offenbart jemals eine solche charakteristische Aggregationsform und wer diese Tridymitgruppen einmal in ihrer ordentlichen Ausbildung gesehen, wird dieselben, wo immer sie sich einstellen, nicht verkennen.

Wie der makroskopische Tridymit z. B. im Siebengebirge vorzugsweise die drusenähnlichen Klüfte zwischen den grössern Sanidinkrystallen und der Grundmasse liebt, so sitzen auch die mikroskopischen Aggregate in den Dünnschliffen gern in der Nähe der Feldspathgrenzen. Die Art und Weise, wie diese Gruppen vorkommen, macht, obschon sie hauptsächlich gleichsam Hohlräume gänzlich erfüllen oder Poren überkrusten, deren secundäre Bildung etwa auf Kosten des Feldspaths im höchsten Grade unwahrscheinlich.

Mikroskopischer Tridymit fand sich bis jetzt ausser den makroskopisch bekannten Vorkommnissen von Pachuca in Mexico, vom Monte Pendise in den Euganeen, vom Mont Dor, dem Drachenfels und der Perlenhardt im Siebengebirge in vielen andern Sanidin-Oligoklas-Trachyten und Horn-

[1]) F. Z., Neues Jahrb. f. Mineral. 1870. 823 u. Poggendorff's Annalen CXL. 492.



blende-Andesiten (Wolkenburg, Stenzelberg, Froschberg, kl. Rosenau [1]) des Siebengebirges, im nassauischen Trachyt von Dernbach bei Montabaur, im Domit vom Puy de Dome bei Clermont, in sehr vielen ungarischen Trachyten und Andesiten (z. B. Erdöbenye bei Tokaj, Gutia bei Kapnik, Dubnik bei Czerwenitza, Roszag-Ignies bei Nagybánya, Vég Ardó bei Sarospatak, Jarpahegy bei Bereghszász, vom Uwosz bei Eperies, Szenna im Neograder Comitat); ferner in isländischen Gesteinen vom Móskardshnúkr und Thóreyjargnúpr, sodann in grauen trachytischen Laven von Aden in Arabien.

K. Vrba beobachtete in einer geschliffenen Quarzplatte nahe den dieselbe durchziehenden Kluftflächen Aggregate von dachziegelartig verbundenen Tridymittäfelchen, davon die grössten scharf contourirten 0.15 Mm. kaum überschreiten; ausser dem vorwaltenden Pinakoid und dem Prisma gewahrt man daran auch Pyramidenflächen; wirtelförmig sich durchkreuzende und keilförmig gestaltete Gruppen sind ohne Zweifel Zwillinge [2].

Soweit sich gegenwärtig übersehen lässt, sind vorzugsweise Trachyte mit Sanidin und kieselsäurereichern Plagioklasen die Heimath des Tridymits, der sich in gleicher Weise der Hornblende wie dem Augit zugesellt. Mit Olivin zusammen wurde er noch nicht gefunden. In quarzfreiem Orthoklasporphyr von Waldbökelheim wies ihn kürzlich Streng makroskopisch nach [3]. Die reichliche Ausscheidung von makroskopischen Quarzkrystallen in den Trachyten (z. B. vielen ungarischen) scheint einer daneben vor sich gehenden Ausbildung von Tridymit nicht eben günstig gewesen zu sein, gleichfalls nicht die Erstarrung zu einem Gestein, welches noch viel Glas in seiner Grundmasse zurückgehalten hat.

Opale. Die Gruppe der Opale in ihren verschiedenen Abänderungen wurde von H. Behrens in Kiel zum Gegenstand eingehender und ausgezeichneter Untersuchungen gemacht. Die Abhandlung [4]) kann hier nur in ihren Hauptresultaten wiedergegeben, und insbesondere muss wegen der Polarisationsverhältnisse auf die trefflich ausgeführten colorirten Tafeln verwiesen werden. Als die Opale constituirende Mineralmassen und Gemengtheile erwähnt Behrens:

1) Opalmasse, die meistens farblose und isotrope Grundmasse der hierher gehörigen Gebilde. Der Feueropal von Zimapan besteht ganz aus derselben, einen sehr geringen Gehalt von aufgelöstem Eisenoxydhydrat abgerechnet; weniger rein tritt sie auf in Hyaliten, Edelopalen, mehrern Pechopalen. Diese u. d. M. gleichförmig klare glasähnliche Masse wird zwischen

1) Durch den reichlichen Gehalt an Tridymit erklärt es sich wohl auch, weshalb die Bauschanalyse dieser hornblende- und magneteisenreichen Gesteine fast ebensoviel Kieselsäure liefert als ihr Feldspath.

2) Lotos (Prag), December 1872.

3) Tschermaks mineralog. Mittheilungen 1871. 74.

4) Sitzungsber. d. Wien. Akad. LXIV. 1. Abth. Dec. Heft 1871. S. 1.



gekreuzten Nicols völlig dunkel, wenn nicht Elasticitätsdifferenzen, wie sie z. B. längs feiner Sprünge eintreten, eine polarisirende Wirkung ausüben (vgl. S. 18).

2) Hydrophan, in mikroskopisch kleinen Partikeln sehr häufig, meistens in Form feiner Flocken und Körner gleichmässig verbreitet, doch können sich die Körner auch zu Fasern, zu faserigen Kugeln, zu Wölkchen, dichten Kugeln, zu Ringen gruppiren; nur bisweilen findet er sich in grössern Partieen, die sich dann während des Schleifens durch das matt weisse, undurchsichtige Aussehen verrathen, welches sie beim Trocknen der Schliffläche annehmen. Ganz frei von Hydrophan erweisen sich der Feueropal von Zimapan und die verschiedenen Hyalite z. B. von Waltsch, Bohunitz, Kaiserstuhl; spärlich und selten erscheint er in isländischen Chalcedonen sowie in ungarischen Pech- und Wachsopalen, reichlicher in einigen Edelopalen, in hellfarbigen, etwas milchig aussehenden gemeinen Opalen, im Kieselsinter, häufig und in beträchtlicher Menge in den Milchopalen und im Menilit. Dass Hohlräume im Hydrophan vorhanden sind, beweist das Entweichen von Luftbläschen, wenn man einen Tropfen Wasser auf den trockenen Schliff bringt. Ist der Hydrophan in so geringer Menge in den Opalmineralien zugegen, dass er durch diese Reaction nicht mehr angezeigt wird, so lässt er sich noch durch Imprägnirung mit Farbstoffen, von denen Anilinroth (Fuchsin) in verdünnter wässeriger Lösung am geeignetsten, zur Wahrnehmung bringen. Reiner Hydrophan färbt sich vermöge der ausgezeichneten Imbibitionsfähigkeit in wenigen Minuten dunkelroth; die Färbung ist so gleichmässig und äusserst fein gekörnt, dass die mikroskopischen Poren sehr minutiös und gleichmässig vertheilt sein, dabei unter einander zusammenhängen müssen. Behrens musste es wegen der im einzelnen widersprechenden Erscheinungen unentschieden lassen, ob der Hydrophan ursprünglich als solcher entstanden, oder durch Umbildung aus Opal hervorgegangen ist, und ob man im letztern Falle die Porosität als Folge eines Verlusts von Hydratwasser oder der Wegführung eines Theils der Opalsubstanz selbst anzusehen hat. — Neben dem Hydrophan kommt in vielen Opalen (Milchopalen) noch eine andere impellucide weisse Substanz vor, welche keine Imbibitionsfähigkeit besitzt und als Cacholongmasse bezeichnet werden könnte, weil sie im Gegensatz zu der gelblichweissen Farbe des Hydrophans jene bläuliche, im durchfallenden Lichte röthliche Färbung hervorbringt, welche die Mehrzahl der Cacholonge auszeichnet.

3) Abgesehen von den Chalcedonen ist in mehreren Opalen der Quarz selbst makroskopisch, in sehr vielen mikroskopisch zu gewahren; letzteres z. B. bei den meisten Milchopalen, bei weisslichen gemeinen Opalen (von Kosemütz, von Baumgarten, von Adelaide) in beträchtlicher Menge, bei den eisenreichen Varietäten des gemeinen Opals und Halbopals gleichfalls in erheblicher Quantität. Er erscheint bald als grössere Flecke oder Aederchen.

welche sich schon durch den Widerstand beim Schleifen bemerklich machen, ferner als deutlich krystallinische Partieen, bestehend aus aneinandergewachsenen hexagonal zugespitzten Prismen, welche mit einer den Krystallflächen parallelen Schichtenstructur ausgestattet sind, wodurch zierliche fortificationsähnliche Zeichnungen entstehen; sodann, wie im Heliotrop, etlichen Milchopalen und Jaspopalen (auch Chalcedonen) als radialfaserige, halbkugelige oder keulenförmige Aggregate, die aus dünnen nadelförmigen Quarzgebilden zusammengesetzt sind, endlich als feiner, durch die stärksten Vergrösserungen kaum aufzulösender Quarzstaub, der bald gleichförmig vertheilt (Pechopal von Telkibánya), bald streifenweise oder fleckweise gehäuft ist (Cacholong von Island und Steinheim) und zwischen gekreuzten Nicols nur eine matte gleichförmige Helligkeit hervorbringt. Niemals wurden im Opal isolirte, ringsum krystallisirte mikroskopische Quarzindividuen beobachtet. Im Allgemeinen pflegt mit abnehmendem Quarzgehalt sich der Glanz und die Durchsichtigkeit der Opale zu erhöhen.

4) Die Färbung der Opale wird vorzugsweise von Eisenoxyd bedingt, welches sich darin im wasserfreien und wasserhaltigen Zustande findet. Wasserfreies Eisenoxyd tritt in dem sog. Eisenopal (rothen Jaspopal) als feinpulveriger Staub auf und verleiht ihm die rothe Farbe und Undurchsichtigkeit [1]). Die lebhaft glänzenden braunrothen Varietäten des Pechopals enthalten in Flittern ausgeschiedenes Eisenoxyd, welches in der farblosen, stellenweise etwas gelblichen Grundmasse als längliche und rundliche, sehr verschieden grosse (0.002—0.12 Mm.), schwach schimmernde Gebilde schwimmt, die im auffallenden Licht lebhaft roth sind und zum Theil Rudimente hexagonaler Begrenzung aufweisen. Gut ausgebildete Sechsecke von Eisenglimmer beobachtete Behrens nur in einem australischen Halbopal von Adelaide, wo sie denen des Carnallits ähnlich, jedoch viel kleiner sind (die grössten nur 0.01 Mm.; auch nadelförmig 0.005—0.008 Mm. lang bei kaum 0.0005 Mm. Breite). — Wasserhaltiges Eisenoxyd färbt, chemisch mit der Opalmasse verbunden, und durch anhaltendes Kochen mit concentrirter Salzsäure nicht ausziehbar, den Feueropal blassgelb bis braun. In Staubform der Opalmasse beigemengt, bildet das Eisenoxydhydrat einen Bestandtheil vieler Halbopale (von Steinheim, Skalnok, Poinik, Lipschitz, Kosemütz, Teplitz, Adelaide), sowie von Pechopalen (Telkibánya) und Meniliten, in den letztern zuweilen von Manganoxyden begleitet. Wenn dabei dünne, ebene oder schwach gekrümmte parallelflächige Lagen von eisenreicherer und eisenärmerer Opalmasse mit einander wechseln, so erhalten die Handstücke das Ansehen von Holzopalen (sog. Holzopal von Steinheim).

[1]) Am schönsten sind die oft scharfumschriebenen Häufchen von rothem Eisenoxydstaub in den dadurch rothen Streifen der Achate. Aehnliche Flecken pulverigen Eisenoxyds geben dem Heliotrop sein roth getüpfeltes Aussehen; nur sind dieselben weit grösser und unregelmässiger geformt.

5) Die seltenere grüne Farbe der Opale wird durch eingeschlossene eisenoxydulhaltige Silicate hervorgebracht. Der ungarische Chloropal und ein grünlichgelber Wachsopal von Kaschau enthalten Nontronit als feinkörnige, gelbliche, grünliche und bräunliche Flecken von geringer Pelluciditӓt, welche von Opalmasse umgeben und davon durchdrungen sind; eine ähnliche Substanz ist im Halbopal von Skalnok ungemein fein vertheilt. Die grünen Jaspopale (ebenso wie Chalcedone und der Heliotrop) führen Grünerde, deren Körnchen sehr klein (unter 0.001 Mm.), bald gleichförmig verbreitet, bald zu unregelmässig geformten Häufchen oder zu wurmförmigen Schnüren innerhalb der Opalmasse versammelt sind. Einige Opale verdanken ihre grüne Färbung einer Beimengung von Serpentin (Serpentinopal von Jordansmühle, von Meronitz); u. d. M. sind sie am leichtesten an den charakteristischen Einschlüssen innerhalb des Serpentins zu erkennen, von welchen Pyrop, abgerundete, äusserlich in Serpentin umgewandelte Olivine, kleine Broncite und Faserbündel von Chrysotil beobachtet wurden.

6) Schwefelarsen steckt als gelber, gleichmässig vertheilter Staub oder in kleinen flockigen Massen (ganz so wie es durch Fällung einer Lösung von arseniger Säure vermittelst Schwefelwasserstoffs erhalten wird) in den dunkelgelben Lagen des Forcherits von Holzbruck in Steiermark.

7) Kohlensauren Kalk fand Behrens als kleine, unregelmässig begrenzte Körner in einem Menilit von Menil-Montant und im Schwimmkiesel von St. Ouen.

Was die mikroskopische Structur der Opale anbelangt, so unterscheidet Behrens dieselben in homogene und gemengte. Wesentlich homogen sind der Feueropal, Glasopal, Edelopal und Hyalit. Der Feueropal von Zimapan ist so gut wie structurlos, eine blassgelbe, röthlichgelbe oder bräunliche glasähnliche Masse, welche nur selten von Sprüngen durchsetzt ist oder ein paar Luftbläschen einschliesst; dasselbe gilt von dem sog. Glasopal.

Die meisten Edelopale sind nicht ganz klar, sie enthalten kleine Flecke von Hydrophan und einen feinen weissen Staub, der nicht Hydrophan ist; grössere stark glänzende, farblose Einschlüsse, wie Stalaktiten geformt (bis über 1 Mm. lang, herab bis zu 0.1 Mm. Dünne) gehören dem Hyalit an; Luftbläschen werden ebenso selten gefunden wie im Feueropal.

Das Farbenspiel des Edelopals erklärte D. Brewster durch die Gegenwart lagenweise vertheilter mikroskopischer Hohlräume, welche entweder leer oder mit Materie von geringerer Brechbarkeit erfüllt seien[1]; die Farbenverschiedenheit werde bedingt durch die ungleiche Grösse der Poren und durch die Schiefheit der Richtung, welche die äussere Opaloberfläche

[1]) Vgl. z. B. l'Institut 1845. XIII. 164.

zufällig mit Rücksicht auf jene Porenschichten besitzt. Solche schichtweise gruppirten mikroskopischen Poren sind aber, wie Behrens mit Recht bemerkt, in dem Edelopal überhaupt nicht zu gewahren, man mag die Vergrösserung und Beleuchtung abändern, wie man will. Brewster hat sich wahrscheinlich durch kleine Tüpfel und Ringe von Eisenoxydhydrat irre führen lassen, welche auf Sprüngen abgelagert in einigen Opalen sehr verbreitet sind.

Der Umstand, dass durch Abänderung der Richtung und des Einfallswinkels des Lichts die Präparate des Edelopals fleckenweise ihre Farbe ändern, spricht sehr dafür, die Farben in die Kategorie der „Farben dünner Blättchen" zu stellen, welche durch die Interferenz zweier Lichtstrahlen hervorgerufen werden, von denen der eine an der Vorderfläche, der andere nach dem Durchgange durch ein dünnes, durchsichtiges Blättchen an der Hinterfläche desselben reflectirt wurde. Im durchfallenden Lichte müssten hiernach dieselben Stellen farbig erscheinen, welche es im reflectirten waren, und zwar müssten sie complementäre Farben zeigen, was auch, wenn alles auffallende Licht gehörig abgeblendet wird, in befriedigender Weise hervortritt. Am Rande grösserer, im auffallenden Licht farbig erscheinender Partieen bemerkt man bei sorgfältig regulirter schiefer Beleuchtung mit durchfallendem Licht sehr zarte dunkle Linien, ebenso da, wo leuchtende Flecke von zahlreichen kleinen dunklen Bogen durchschnitten werden. Ein Zusammenhang zwischen der Farbenwandlung und diesen sie begrenzenden Linien ist wahrscheinlich, sie sind demnach als Grenzlinien von reflectirenden sehr dünnen Lamellen zu deuten. Es fragt sich nur, ob wir es im Edelopal (ähnlich wie im Labradorit) mit glänzenden in gewisser Ordnung eingemengten feinen Quarz-Krystalltafeln, deren Gegenwart J. N. Fuchs und G. Bischof[1] vermutheten, oder mit äusserst dünnen Schichten eines Opals von abweichendem Brechungsexponenten zu thun haben. Behrens entscheidet sich mit guten Gründen gegen die erstere und für die letztere Annahme. Die Figuren haben mit Sprungflächen der Obsidiane Aehnlichkeit oder erscheinen als rundliche schuppenartig geordnete Lappen, wie in einem rissig gewordenen Oelfarbenanstrich. Neigt man das Präparat so weit, dass die leuchtenden Schuppen beinahe verschwinden, so erscheint statt des dunkeln ein helles Bogen-Netzwerk von nahe derselben Farbe, welche vorher die Schuppen zeigten, und man sieht deutlich, dass hier Blättchen vorhanden sind, welche gegen den Rand hin bei gleichbleibender Dicke starke Krümmung besitzen: hin und wieder zeigt die farbengebende Opalschicht sogar spiralige Aufrollung, als ob sie stel-

[1] Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie, 2. Aufl., II. 838. G. Bischof hält diese Ansicht für um so wahrscheinlicher, da kein durchsichtiger Opal mit Farben spielt, sondern nur durchscheinender, der vermuthlich durch Quarz getrübt sei.

lenweise von ihrer Unterlage abgetrennt und eingeschrumpft wäre. Alles Erscheinungen, wie sie keineswegs durch Sprünge in der Opalmasse hervorgebracht werden können. Behrens vermochte ein vollständig ähnliches Opalisiren zu erzeugen, indem er äusserst dünne Glashäutchen in ein Gemisch von Dextrinlösung und Glycerin einrührte, und schliesst, dass die Differenz zwischen den Brechungsexponenten der Opalgrundmasse und der spiegelnden Opalschichten ungefähr 0.1 betrage. Diese Lamellen sind wahrscheinlich an Ort und Stelle gebildet, nicht fertig der weichen Opalmasse beigemengt; sie entstanden wohl ursprünglich alle in horizontaler Lage, wurden dann durch Eintrocknen rissig, endlich durch das von den Rissen ausgehende Erhärten der unter ihnen befindlichen Grundmasse gekrümmt und aus ihrer Lage gebracht: später, nachdem sie ganz von der Opal-Grundmasse eingehüllt waren, erfolgten durch die Contraction derselben noch beträchtliche Verschiebungen und Einknickungen, vielleicht auch Zerbrechungen der dünnen Blättchen.

Dass in der That eine nach verschiedenen Richtungen ungleich starke Contraction das Erhärten des Edelopals ebenso wie das des Hyalits) begleitet haben muss, beweist, abgesehen von den denselben durchziehenden Sprüngen, seine starke Doppelbrechung. Sämmtliche von Behrens untersuchten Edelopale waren doppeltbrechend und zwar in weit höherm Grade als die Hyalite, woraus hervorgehen dürfte, dass sie am schnellsten unter allen Opalen erhärteten; diese für den amorphen Körper interessante Erscheinung, war vordem dabei nicht bekannt.

Verhältnissmässig am nächsten steht dem Edelopal der Hyalit. Alle Hyalite zeigen doppelte Brechung, lamellare zwiebelähnliche Structur indessen nur diejenigen farblosen Varietäten, welche wie die typischen Hyalite von Waltsch und Bohunitz kleintraubige dünne Rinden auf basaltischen und trachytischen Gesteinen bilden. In den Dünnschliffen solcher Hyalite sieht man schon bei schwacher Vergrösserung vermittelst etwas excentrischer Spiegelstellung Systeme von concentrischen Kreisabschnitten, welche Durchschnitten von schaalig gebauten Sphäroiden angehören; stärkere Vergrösserung lässt dazwischen noch feinere und blassere Linien auftreten, hier und da auch kleine langgestreckte optisch negative Krystalle des quadratischen Systems von 0.013 — 0.046 Mm. Länge und 0.003 — 0.006 Mm. Dicke (Vesuvian,[1]) oder etwa Skolezit?) welche theils einzeln längs der dunkeln Linien verstreut, theils zu radförmigen und kugeligen Aggregaten

[1]) Die eine Vermuthung von Behrens, es liege vielleicht Vesuvian vor, ist nicht sehr wahrscheinlich: die von Kenngott in einem gelblichweissen Opal eingeschlossen beobachteten Vesuviankrystalle (Mineralog. Notizen XIII. 23) waren in der Richtung der Hauptaxe so verkürzt, dass die Prismenflächen fast gar nicht hervortraten, und überdies gelblichbraun. Nadelform und Gruppirungsweise sprechen eher für den fast quadratischen Skolezit oder Natrolith.

verbunden sind. Die Mitte des Streifensystems nimmt oftmals ein rundliches Gesteinsstückchen, bisweilen ein Luftbläschen ein. In vielen Hyaliten kommt neben der gestreiften Masse auch streifenfreie vor, in mehrern sind die Streifen höchst vereinzelt, in einigen ist überhaupt keine Streifung zu entdecken.

Da wo im gewöhnlichen Licht die concentrischen Kreisbögen der Hyalite erscheinen, sieht man bei gekreuzten Nicols schwarze oder vielmehr schwarzblaue Kreuze, deren ziemlich breite Arme in den Schwingungsebenen der Nicols liegen und durch Blaugrau allmählig in das Weiss der unter 45° liegenden hellen Quadranten übergehen; vollständige Kreuze sind selten. Die Polarisationserscheinungen im (optisch zweiaxigen) Hyalit wurden zuerst von Max Schultze wahrgenommen [1]) und auf die mit der schichtenweisen Bildung zusammenhängende concentrisch-lamellare Structur zurückgeführt. Nach Behrens bedarf diese Ansicht einer Berichtigung: Allerdings wird die Polarisation durch einfache Brechung in Körpern von concentrisch-lamellarer Zusammensetzung zwischen gekreuzten Nicols das dunkle Kreuz hervorbringen können, aber ohne dass dabei wie beim Hyalit die hellen Quadranten Interferenzfarben zeigen. Am besten stimmen nach ihm diejenigen Polarisationserscheinungen mit denen des Hyalits überein, welche sich in amorphen isotropen Körpern z. B. eintrocknendem Dextrinschleim einstellen, sobald in denselben durch einseitigen Druck oder durch Contraction Elasticitätsdifferenzen hervorgerufen werden. Wir haben im Hyalit Analoga von gepressten Halbkugeln oder noch kleinern Kugelabschnitten, und die so oft wahrnehmbaren unvollständigen (aber nie sich kreuzenden) Streifensysteme gehören schief liegenden Sphäroidabschnitten an. Den ersten Anstoss zur Bildung der Sphäroidalabschnitte im Hyalit gaben vermuthlich Unebenheiten der Unterlage, zum Theil auch wohl freiwillige Zerklüftung der zuerst abgelagerten Schichten, die sich in den folgenden an denselben Stellen wiederholte. Erlitt die in dünner Schicht auf der Unterlage ausgebreitete und daran haftende Kieselgallertmasse nach dem Festwerden noch eine erhebliche Contraction, so konnte diese nur in senkrechter Richtung gegen die Unterlage wirken, und damit war die Ursache sowohl für die Zerklüftung als für die Doppelbrechung gegeben.

In den ungeschichteten Hyaliten gehören gut ausgebildete Kreuze zu den Seltenheiten; statt ihrer bieten dieselben eine regellose Zusammenstellung von offenen und geschlossenen Curven, von gebrochenen und gezackten Linien, auch kamm- und federähnliche Gebilde zwischen gekreuzten Nicols dar. Diese Art der hyalitischen Polarisation zeigen viele Opale, die gar nicht zum Hyalit gerechnet werden, so mehrere Kieselsinter, Halbopale und Milchopale.

1) Sitzungsber. d. niederrh. Ges. f. Nat.- u. Heilkunde zu Bonn 1861.

Die Mikrostructur der gemengten Opale ist sehr manchfaltiger Art und wurde bei der Benennung und Eintheilung derselben fast (gar nicht berücksichtigt. Unbestimmte, richtungslose Structur ist selten, Behrens fand sie nur in blassgelbem Wachsopal von Telkibánya, in einem braunen Pechopal ebendaher, in drei Milchopalen und einem weissen Menilit. Sehr häufig und verbreitet ist die lagenförmige Structur, z. B. im Pechopal, Halbopal (gemeinen Opal), im Milchopal, bekanntermaassen auch im Chalcedon. Die Lagen sind eben, öfter jedoch gefältelt, wodurch viele Pechopale und Halbopale für das unbewaffnete Auge trügerische Aehnlichkeit mit einem verkieselten Holz erhalten. Gegen Erwartung weist der Kieselsinter vom Geysir wenig vollkommene Schaalenstructur auf: zwei Präparate zeigten im Dünnschliff eine farblose isotrope Opalmasse mit ungleichmässig vertheilten weissen staubigen Wolken und Flecken, manchfach gewundenen und geknickten weissen Bändern, ferner gelbe, mitunter von farblosem Opal umringte Körner und einige farblose optisch einaxige Krystalle, zum Theil mit hexagonalem Umriss. Ein Schwimmkiesel von St. Ouen bestand aus einer losen, kreideähnlichen hydrophanhaltigen Kieselmasse, mit festern fast farblosen Körnern und Streifen von Opalmasse durchwachsen und war fast ganz frei von Quarz- und Kalkkörnchen, sowie von Diatomeen- und Foraminiferenresten. Ein anderer im Schliff festerer und pellucíderer Schwimmkiesel ebendaher enthielt viel kohlensauren Kalk in farblosem Opal und Hydrophan, theils in Form von Kalkspathkörnchen, theils in den nur unvollständig verkieselten zahlreichen Bruchstücken von Foraminiferen; ausserdem unregelmässige Quarzkörnchen und Flecken weisser kieseliger Masse. Dichter, weisser Menilit von St. Ouen, quarzreicher als der Schwimmkiesel, war ganz frei von organischen Resten; ein anderer brauner, durch Quarz- und Cacholonglagen streifiger erwies sich voll von Foraminiferenbruchstücken, ein hellbrauner, stark durchscheinender Menilit von Menilmontant enthielt keine Foraminiferenreste, dafür eine unzählige Menge von Radiolariennadeln.

Eine grosse Anzahl von verschiedenen Opalen besitzt oolithische oder, wie Behrens sie zu nennen vorzieht, sphärolithische Structur. Makroskopisch tritt dieselbe bei Perlsintern hervor, welche neben den impelluciden weissen Wolken und Flecken des Kieselsinters bis zu 1 Ctm. im Durchmesser haltende Kugeln und Knollen aufweisen, die ihrerseits von nicht ganz regelmässigem concentrisch-schaaligem Bau, aus abwechselnd farblosen und weissen Lagen gebildet sind und meistens von einem ziemlich breiten farblosen (und doppeltbrechenden) Opalhof umgeben werden. In Halbopalen, Milchopalen, Cacholongen (und Chalcedonen) sind die kugeligen und ellipsoidischen Concretionen, durch welche jene Structur hervorgebracht wird, von mikroskopischer Kleinheit. Meistens ist es Quarz, der sich zu solchen Gebilden zusammenballt, welche zum Theil concentrisch-schaalig und radial-

faserig sind, bald aber auch bei starker Vergrösserung einen sehr deutlichen stumpf gezackten Rand besitzen und aus sphäroidisch gehäuften Quarzprismen der gewöhnlichen Form bestehen. Sphärolithe der ersten Art finden sich z. B. in isländischen Cacholongen (0.008 — 0.398 Mm. Durchmesser), die kugeligen zackigen in Halbopalen, Cacholong, Opal von Baumgarten, von Valecas in Südamerika, namentlich schön aber im Opal von Kosemütz (0.016 — 0.101 Mm.) Durchmesser; die letztern sind diejenigen Gebilde, welche von G. Rose für Tridymit angesprochen wurden [1]), aber nach Behrens gewiss dem Quarz angehören; die Krystallecken, welche diese in der That kugelähnlichen Concretionen an der Oberfläche aufweisen, gleichen in Grösse und Gestalt den festungsähnlich aufgebauten unzweifelhaften Quarzen, welche in der Opalmasse liegen. Alle diese Körperchen sind ziemlich stark doppeltbrechend, immer intensiver als die Grundmasse; die vielfache Brechung und Reflexion des Lichts an den Krystallzacken der Quarz-Sphärolithe ist es, welche ihrer an sich durchsichtigen stark glänzenden Masse ein mattes, etwas milchiges Aussehen ertheilt.

Ausser dem Quarz können noch mehrere andere Opalgemengtheile sich zu mikroskopischen Sphäroiden zusammenballen. Cacholonge von Island und Steinheim enthalten zwischen spärlicher, faseriger farbloser Chalcedonmasse halbpellucide, radialfaserige Sphärolithe von hydrophanhaltiger, durch Anilinroth ziemlich imprägnirbarer Opalsubstanz. In einem Milchopal gehen Hydrophan und farbloser Opal in die Zusammensetzung schaaliger Sphärolithe ein; z. B. eine Kugel besteht aus: hydrophanarmem körnigem Kern 0.069 Mm.; hydrophanreicher klarer Zone 0.016; hydrophanarmem Faserchalcedon 0.004; farblosem Opal 0.005 Mm. Eine andere Kugel aus: körnigem Hydrophankern 0.036 Mm.; klarem Hydrophan 0.003; Cacholong 0.016; Chalcedon 0.006; Opal 0.016 Mm.; dann noch abwechselnd 8 Zonen von Chalcedon und 8 von farblosem Opal, deren Dicke von 0.004 bis 0.001 Mm. abnimmt. Ein Milchopal von den Färöer zeigte rauhe ringförmige Gebilde, zum Theil in der Mitte mit einem hellern Fleck, welche wie die Anwendung von Anilinroth zeigte, bald in der äussern Zone bald im Kern aus Hydrophan- oder Opalsubstanz bestehen; einige dieser Ringe (0.004 — 0.014 Mm. im äussern Durchmesser und bis 0.004 Mm. im Lichten) wiesen im Umkreis eine Lücke auf. Aus Opalkugeln sind die grünen oder braunen Schnüre zusammengesetzt, welche in grünen Jaspopalen, isländischen und grönländischen Jaspisen und in braunem sog. Halbopal von Lischwitz Maschen im farblosen Quarz bilden und feine Körnchen von Grünerde oder Eisenoxydhydrat

---

[1]) Monatsberichte d. Berl. Akad. d. Wiss. 3. Juni 1869. Nach G. Rose ist der Opal von Kaschau, Kosemütz und Zimapan sowie der Cacholong aus Island und von Hüttenberg in Kärnthen mit mikroskopisch kleinen Krystallen von Tridymit erfüllt, welche nach dem Auflösen des Opals in Kalilauge zurückbleiben.

lediglich in sich enthalten. Ferner kommen auch mikroskopische Opalkugeln im Opal selbst vor.

Behrens beobachtete nur einmal in einem compacten Opal, im rothen Pechopal von Herlany, entschiedene Diatomeen: kleine Fragilarien, von denen ein Theil mit Eisenoxyd bedeckt war. An 86 Opalpräparaten konnte er auch nicht in einem Glieder oder Ketten von Melosiren entdecken, und mit Rücksicht auf die Angaben von Ehrenberg und A. E. Reuss über Infusorien im Opal ist er zur Annahme geneigt, dass ein guter Theil der eben erwähnten mikroskopischen Sphärolithe für Diatomeen gehalten wurde. Vielleicht sind gewisse hin und wieder beobachtete entschieden hohle Sphärolithe ohne Kern solche mit Quarz incrustirte Diatomeenglieder.

Für die mikroskopische Zusammensetzung der Opale scheint der Gehalt an basischen Metalloxyden, vor allem an Kalk und Magnesia am einflussreichsten zu sein und in enger Beziehung zur Entwicklung von Quarz zu stehen: vielleicht hat die Ausscheidung von Silicaten den Anstoss zur Herausbildung von Quarz gegeben. Den ungarischen aus Rhyolith hervorgegangenen Opalen fehlt der Quarz (und Cacholongsubstanz) durchweg, während er in den isländischen, böhmischen und schlesischen Opalen, sowie in denen von den Färöer, von Steinheim und aus der Auvergne, welche aus basischen, magnesiareichen Gesteinen stammen, sehr häufig vorkommt, gewöhnlich in Begleitung von Cacholong-Substanz, Hydrophan, Grünerde und ähnlichen Silicaten. Von 10 ungarischen gemengten Opalen befand Behrens nur einen als quarzhaltig; dagegen erwiesen sich von 21 aus basaltischen Gesteinen und aus Gabbro stammenden 19 als quarzhaltig, und unter 27 quarzführenden Opalen waren es nur 2, die nicht zugleich die eben erwähnten anderweitigen Einschlüsse in Gestalt von feinen Körnchen, Flocken oder Sphäroiden enthielten.

Polirschiefer, Tripel, Kieselguhr und Bergmehl (Diatomeenpelit) sind bekanntlich phytogene Gebilde, welche gänzlich oder grösstentheils aus mikroskopisch kleinen Kieselpanzern von Diatomeen bestehen, deren Sculptur auf das vortrefflichste erhalten ist. Fischer war es, welcher zuerst in der Kieselguhr von Franzensbad ein Aggregat von Diatomeenpanzern erkannte; seitdem hat Ehrenberg mit unermüdlichem Eifer die hierher gehörigen Massen untersucht.[1]) Da z. B. ein Kieselpanzer von Melosira (Gaillonella) distans etwa $\frac{1}{288}$ Linie (0.0035 Mm.) gross ist, so kann ein Cubikzoll des Biliner Polirschiefers 41000 Millionen solcher Panzer enthalten.

---

1) Vgl. die Ende der dreissiger, innerhalb der vierziger und fünfziger Jahre von Ehrenberg fast alljährlich der Berliner Akademie gemachten Mittheilungen in deren Monatsberichten; sowie dessen Werk: Mikrogeologie, das Erden und Felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen selbständigen Lebens auf der Erde (Leipzig 1854).

Es kann an diesem Orte nicht Aufgabe sein, die einzelnen Ablagerungen dieser Substanzen geologisch oder petrographisch zu beschreiben und specielleres über ihre Organismen anzuführen. Wenigstens aber sei einmal der Versuch gemacht, die wichtigern bekannt gewordenen Vorkommnisse aneinanderzureihen.

Kieselguhr von Oberohe im Amt Ebsdorf am Südrande der Lüneburger Haide, wovon Hausmann 1838 die erste Nachricht gab[1]) (besonders häufig Synedra Ulna und Gaillonella aurichalcea), stellenweise 30 F. mächtig.

Kieselguhr von Altenschlirf und Steinfurth im Vogelsgebirge, 18—24 F. mächtig, fast ausschliesslich aus Spongilla lacustris und Melosira distans bestehend.

Polirschiefer vom Habichtswald bei Cassel.

Kieselguhr von Ettringen auf der Nordseite des Hochsimmers unweit des Laacher Sees (bes. Disclopea comta und Pinnularia viridula).

Polirschiefer vom Tripelberg bei Kutschlin unweit Bilin in Böhmen, 2—4 F. mächtig, bes. Melosira distans.

Kieselguhr von Franzensbad unfern Eger in Böhmen, 6—8 Z. mächtig, bes. Navicula, Gomphonema und Melosira.

Polirschiefer aus dem Mentauer-Thal bei Leitmeritz, Böhmen[2]).

Polirschiefer von Planitz und Warnsdorf bei Zittau in Sachsen.

Kieselguhr von Jastraba in Ungarn, 14 F. mächtig.

Kieselguhr von Castel del Piano unfern Sta. Fiora in Toscana.

Kieselguhr (Randanit) von Ceyssat unfern Pontgibaud und Randan in Frankreich.

Bergmehl von Degernä und Kymmenegård in Schweden.

Tripel vom Dorfe Beklemischewo im Korsun'schen Kreise des Simbirsk'schen Gouvernements zwischen Kasan und Saratow an der Wolga, 30—40 F. mächtig (Monatsb. Berl. Ak. 1855. 292).

Kieselguhr und Polirschiefer von Bargusina, Sibirien, viyianithaltig (Mikrogeol. 84).

Tripel von Surdseli, 15 Werst von Achalzike in Georgien, 14 F. mächtig (Mikrogeol. 29.)

Tripel von Ilidscha bei Erzerum, Kleinasien, 2 F. mächtig (ebend. 30).

Kieselmehl-Niederschlag, schneeweiss, sich absetzend während der Abkühlung der 86° heissen Sprudelquellen unfern Malka in Kamtschatka, zum grössten Theil aus kieseligen Diatomeen bestehend (Ehrenberg, Erman's Arch. f. wiss. Kunde Russlands 1843. II. 795).

Polirschiefer von Luzon, Philippinen (Monatsber. d. B. Ak. 1840. 216. 1843. 104).

1) Göttinger gel. Anzeigen 1838. S. 129. 1065.

2) Jahrbuch d. geol. Reichsanstalt 1858. 33.

Bergmehl von Isle de France oder Mauritius (Mikrogeol. 265).
Aehnliche Kieselguhr von der Insel Bourbon (ebendas. 266).
Kieselguhr, aschenähnlich, vom alten Vulkan auf Ascension (ebendas. 267.)
Kieselguhr von Richmond, Virginien, sich erstreckend von der Herring-Bucht an der Chesapeake-Bay (Maryland) nach Petersburg (Virginien), stellenweise 30 F. mächtig (nach W. B. Rogers; vgl. J..W. Bailey in Sillim. amer. journ. 1849. VII. 437).
Kieselguhr aus dem Flussbette des Fall-river, eines Arms des obern Columbiaflusses in Oregon ($44\frac{1}{2}$° Br., 121° L.) mit der erstaunlichen Mächtigkeit von 500 F., welche aber nur schichtenweise die phytogenen Massen enthält (entdeckt von Fremont; Ehrenb. Monatsber. d. Berl. Ak. 1849. 66).
Diatomeenerde von der Suisun-Bay, 25 miles oberhalb San Francisco in Californien und vom Pit River in Oregon (J. W. Bailey, Silliman amer. journ. 1854. XXII. 179).
Diatomeenerde, pfeifenthonähnlich aus dem Nevada- und Utah-Territorium; im californischen Hochlande wiederholen sich in einer Ausdehnung von mehrern tausend engl. Quadratmeilen mehrfach solche selbst bis zu 1000 F. mächtige Bänke des Diatomeenpelits (Ehrenberg, Abhandl. d. Berl. Akad. 1870).
Polirschiefer (Tisar) aus der Umgegend von Mexico (Mikrogeol. 373).
Polirschiefer von einem Plateau nördl. vom Morro de Mejillones an der chilenischen Küste (Monatsber. d. Berl. Akad. 1856. 425).
Tripel von Acangallo bei Arequipa, Peru (Mikrogeol. 306).

Von Polirschiefer lassen sich auch nach der Tränkung mit Canadabalsam nicht wohl Dünnschliffe anfertigen. Zufolge Behrens zertheilt man ihn am besten durch wiederholtes Aufkochen dünner durch Spalten erhaltener Blättchen mit übersättigter Glaubersalzlösung, wobei die Blättchen von dem krystallisirenden Salz zersprengt werden.[1] Nach diesem Forscher sind übrigens keineswegs alle für Polirschiefer und Kieselguhr geltenden Gebilde wirkliche Diatomeenpelite. Ein weisser Polirschiefer von Sta. Fiora bestand nur aus unregelmässig geformten Körnchen und Splitterchen von Opal, ebenso eine von daher stammende Kieselguhr. Eine andere weisse Kieselguhr von Foissy erwies sich ihm nur aus kugeligen, halbpelluciden Opalkörperchen zusammengesetzt, die mit grosser Begierde Farbstoffe absorbirten.

Dysodil ist nach Ehrenberg ein zufällig von Erdpech durchdrungener Polirschiefer oder Blättertripel. Der wachsgelbe sicilianische besteht aus dicht verfilzten, von firnissartiger Substanz durchdrungenen und zusammengebackenen Kieselschaalen von Navicula. Eine blätterige schwarze Braun-

[1] Sitzungsber. d. Wien. Akad. LXIV. 1. Abth. Dec. 1871. S. 34.

kohle vom Westerwalde, welche alle mikroskopischen Merkmale des gelben sicilianischen Dysodils erkennen liess, zeichnet sich durch einen ansehnlichen Gehalt an Fichten-Blüthenstaub und andern vegetabilischen Ueberresten aus. Die bituminöse Kohle vom Geistinger Busch unfern Rott und Siegburg nördl. vom Siebengebirge verhält sich dem Dysodil ganz gleich, nur ist sie reicher an Pflanzenresten. Besonders schön erhaltene Diatomeenschaalen wies eine blätterige Braunkohle aus dem Fichtelgebirge auf[1]).

Orthoklas. Die beiden Varietäten des orthoklastischen Feldspaths, der Sanidin und der Orthoklas, welche durch das Auftreten in verschiedenalterigen Gesteinen und ihr allgemeines äusseres Ansehen von einander differiren, weichen auch darin in mikroskopischer Hinsicht von einander ab, dass der erstere im Dünnschliff meist wasserklare pellucide, der letztere mehr trübe, nur wenig durchscheinende Durchschnitte liefert. Nähere Verhältnisse der Mikrostructur sind daher auch bis jetzt vorzugsweise für den Sanidin bekannt.

Die Zwillingsbildung nach dem häufigsten Karlsbader Gesetz spricht sich bei den monoklinen Feldspathen, deren Schnitt die Zusammenwachsungsfläche unter einem Winkel trifft, im gewöhnlichen Licht durch eine Naht aus, während im polarisirten Licht die zu beiden Seiten derselben gelegenen Theile abweichend farbig werden. Steht der Schnitt senkrecht gegen das Klinopinakoid, so zerfällt der Krystall durch die zwiefache Färbung in zwei fast gleich breite Theile; ihre Breite wird um so mehr von einander abweichen, je mehr sich die Richtung des Schnitts dem Parallelismus mit dem Klinopinakoid zuneigt, und so kommt es, dass oft fast die ganze Fläche des Krystalls einfarbig erscheint, und nur eine schmale Linie am Rande seine Zwillingsnatur verräth. Der Verlauf der Zwillingsnaht ist übrigens hin und wieder nicht geradlinig, sondern etwas unregelmässig, namentlich ein- und ausspringend. Durch die Beobachtung optischer Phänomene hat E. Weiss dargethan, dass unter den eingewachsenen Feldspathkrystallen auch solche nach dem Bavenoër Zwillingsgesetz gebildet vorkommen[2]). Die Grenze zwischen beiden im polarisirten Licht verschiedenfarbigen Hälften setzt geradlinig schief gegen *P* und *M* zwischen beiden diagonal durch (Fig. 47). In beiden Individuen stehen, wie sich im Nörremberg'schen Polarisationsapparat ergibt,

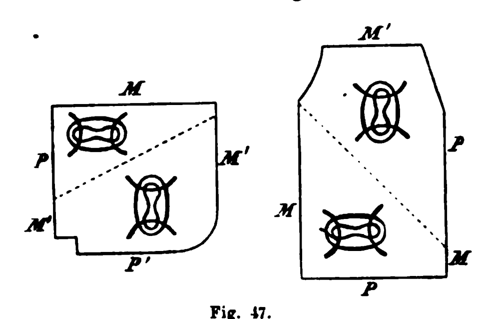


Fig. 47.

[1]) Poggendorffs Annalen XLVII. 573.
[2]) Beiträge zur Kenntniss der Feldspathbildung. Haarlem 1866. 76. 87.

die Ebenen der optischen Axen senkrecht auf einander. Solche Feldspathzwillinge wurden im Rhyolith und in der Trachytlava von Ponza, im isländischen Obsidian von Hruni, in den Leucitgesteinen vom Selberg bei Rieden und von der Somma erkannt.

Die leichte Spaltbarkeit des Minerals gibt sich in den zahlreichen Sprüngen zu erkennen, welche die Durchschnitte desselben durchziehen; längs derselben ist die Masse auch der eigentlichen Sanidine manchmal durch moleculare Umwandlung etwas trüb, körnig und leicht faserig geworden.

Je nach den genetischen Beziehungen der Gesteine und der Natur der begleitenden Gemengtheile enthalten die klaren Sanidine der Felsarten vielfache fremde mikroskopische Körper in sich eingeschlossen, amorphe Glaspartikel, Theile der umgebenden Grundmasse, krystallisirte und krystallinische Mineralien der verschiedensten Art. Die Glaseinschlüsse sind z. B. in den Sanidinen der Trachyte manchmal in solcher Menge eingebettet, dass der Krystalldurchschnitt dem blossen Auge ganz milchig und trübe erscheint; zumal sind dieselben im Innern der Krystalle entweder wirr durcheinander gelagert oder in zonenförmiger Vertheilung angehäuft, und um diesen glaskornreichen Kern verläuft dann wohl rahmenartig ein äusserer reiner Sanidinrand. Die Sanidine der Phonolithe beherbergen z. B. mikroskopische Krystalle von Hornblende, von Nephelin und Nosean. Dass bis jetzt in den Sanidinen nur so spärliche Flüssigkeitseinschlüsse aufgefunden wurden, rührt daher, dass dieser Feldspath an Gesteine gebunden ist, deren Gemengtheile überhaupt selten liquide Einschlüsse führen.

Die Orthoklase der Granite, Syenite, Gneisse u. s. w. erlangen im Durchschnitt selbst bei sehr dünnen Schliffen meist nicht die erwünschte Pelluciditat; sie stellen gewöhnlich eine trübe weisslichgraue oder gelblichgraue Masse dar, in welcher mikroskopische Einschlüsse fast niemals ersichtlich sind.

Dünnschliffe des reinen ganz farblosen Adulars von der Fibia am St. Gotthardt weisen höchst zarte, grauliche linienähnliche Striche auf, welche wie Sprünge aussehen, aber keiner krystallographischen Fläche entsprechen. Die Linien lösen sich bei schwacher Vergrösserung in sehr feine Pünktchen auf, diese erweisen sich bei $\times$ 350 als kleine Hohlräume, welche z. Th. Luftbläschen enthalten, die auf die Gegenwart einer farblosen Flüssigkeit in den Poren hindeuten. Die Gestalt der mit Flüssigkeit erfüllten (oder leeren) Hohlräume ist oft ganz regelmässig krystallinisch, übereinstimmend mit der äussern Gestaltung des Orthoklas, indem dieselben rhombischen Tafeln mit schiefen Randflächen, der Combination $0P . \infty P$, entsprechen, oder man gewahrt solche, wo das Klinopinakoid dazu tritt, oder endlich solche, woran auch noch das Orthopinakoid sichtbar ist. Die Mehrzahl solcher krystallographisch gestalteten Hohlräume ist aber nicht rundum regelmässig, sondern zum Theil unregelmässig geformt, nur nach einer Seite

hin bestimmt begrenzt, nach der andern nicht, oder zwar nach zwei entgegengesetzten Seiten, aber nicht in den mittlern Theilen. Die Grösse der Poren wechselt, die Länge der Queraxe beträgt 0.02—0.04 Mm.[1])

Die häufige röthliche Farbe des Orthoklas rührt von einem eingemengten fremden Pigment. Im Dünnschliff des dunkelfleischrothen Granits vom Ross of Mull in Schottland gewahrt man bei schwacher Vergrösserung, dass Streifen und Haufen von röthlicher staubähnlicher Materie den an sich farblosen Feldspath durchziehen. Bei sehr starker löst sich dieser scheinbare Staub in lauter kleine körnchenähnliche Gebilde von bald blasserm, bald lebhaftem Roth auf. Ob dieselben aber solide feste Körnchen (von Eisenoxyd) oder mit einer rothen Flüssigkeit erfüllte Hohlräume sind, das war selbst mit Hartnack's Combination von Ocular 3 und Immersionsobjectiv 10 an sehr dünnen Präparaten nicht zu ermitteln. Das erstere ist aber wahrscheinlicher, denn es zeigte sich niemals, selbst in den grössern ein mobiles Bläschen, dagegen hin und wieder ein hübsches sechseckiges Blättchen von grösser Kleinheit, offenbar derselben Substanz angehörig, wie die rundlichen Gebilde. Nach der Art der Vertheilung und Durchdringung scheint diese rothe Materie schon ursprünglich bei der Bildung des Feldspaths aufgenommen worden zu sein. Der Quarz enthält selbst auf Sprüngen nichts davon, ein Umstand, der gegen die secundäre Injection spricht; auch ist im Gegensatz zum Orthoklas der Plagioklas viel weniger damit imprägnirt, was schon makroskopisch hervortritt[2]).

Anders scheint es sich nach den Beobachtungen von Laspeyres bei den pyroprothen Feldspathen des sog. Flammenporphyrs vom Petersberg bei Halle zu verhalten[3]). Das Eisenpigment, welches denselben für das blosse Auge das Ansehen einer homogenen rothen Masse gibt, liegt hier nur auf den Spaltungsklüften, Sprüngen und in den fast ausschliesslich parallel *P* gelagerten Hohlräumen des Feldspaths, dessen Masse selbst vollständig farblos ist. Durch Veränderung der Focaldistanz kann man die einzelnen Spaltungsebenen scharf einstellen, auf welchen der rothe Farbstoff ausgebreitet ist. Stellt man einen Feldspathsplitter u. d. M. so auf die hohe Kante, dass die Spaltungsrichtung *P* mit der Axe des Instruments zusammenfällt, so erscheint der Feldspath völlig farblos, nur feine parallele dunkle Streifen bändern ihn in der Richtung von *P*, entsprechend den dünnen Lagen von Eisenoxyd in den Spaltenräumen; nur selten zieht sich von einer der letztern das secundäre Pigment quer durch den Feldspath in eine andere der parallelen Spaltklüfte. Die mit Roth gefüllten Hohlräume sind Poren, welche durch die Sprünge zertheilt und von ihnen aus mit Eisenoxyd erfüllt wurden.

---

1) Kenngott, Züricher Vierteljahrsschrift. XV. 82.
2) F. Z. in Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXIII. 1871. 47.
3) Laspeyres, ebendas. XVI. 1864. 431.

Es ist übrigens leicht anzunehmen, dass bald der Feldspath das rothfärbende Pigment ursprünglich bei seiner Bildung aufgenommen hat, bald dasselbe nachträglich in die Sprünge und Bläschen seiner Masse infiltrirt wurde.

Wenn auch in den ältern Gesteinen die Orthoklase gewöhnlich die erwähnte trübe, wenig pellucide Beschaffenheit aufweisen, so finden sich doch auch manchmal, namentlich in den Granitporphyren und Felsitporphyren, Individuen, welche grössere klare Stellen besitzen. Und zwar ist schon die makroskopische Verbindungsweise zwischen pellucider und trüber Feldspathmaterie so, dass nach aller Wahrscheinlichkeit die letztere aus der erstern hervorgegangen ist.

Im Grossen und Ganzen machen die klaren Partieen meistens den innern Kern solcher Orthoklas-Individuen aus, welche eine mehr oder weniger impellucide Rinde besitzen, die nach innen zu allmählig in den wasserhellen Kern übergeht. U. d. M. scheinen selbst die dünnsten Schichten jenes Randes nur schwach durch, und man gewahrt eine mehlähnlich-körnige, trübe Substanz. Die Beschaffenheit derselben wird da am besten untersucht, wo sie sich, förmlich vordringende zarte und lockere Wolken bildend, in den klaren Feldspath nach und nach hineinverliert. Hier beobachtet man bei sehr starker Vergrösserung, wie schmale nadelartige Spitzen und Zacken von unendlicher Dünne in den noch frischen Feldspath zu Tausenden auf dem Raum eines Gesichtsfeldes hineingreifen. Anscheinend isolirt liegen aber davor, gewissermaassen in den Feldspath vorgeschoben, rundliche Körnchen und nadelförmige Fäserchen von übereinstimmender weisslich- oder gelblichgrauer Materie; diese stellen die einzelnen elementaren Partikelchen dar, aus deren inniger Vereinigung die trüb gewordene Feldspathsubstanz besteht. Die Vertheilung und Gruppirung derselben ist es, welche für ihre secundäre Natur als Umwandlungsproduct des Feldspaths spricht; denn an und für sich könnten diese vereinzelten Körperchen und die Haufwerke derselben auch vielleicht als ursprüngliche Einwachsungen erachtet werden. Sehr lehrreich sind jene Orthoklaspräparate, deren klare Masse von makroskopischen trüben Adern wie von einem Geflecht durchzogen erscheint. Hier kann es nicht zweifelhaft sein, dass eine Zerspaltung des Feldspaths der Umwandlung den Weg gewiesen hat. Längs der Capillarklüfte ist die Masse am impellucidesten, und diese Beschaffenheit nimmt u. d. M. seitlich davon immer mehr und mehr ab. Die mikroskopischen sich abzweigenden Spältchen sind von der alterirten Materie rechts und links eine Strecke weit eingefasst, und je grössere Feinheit jene besitzen, in desto zarterer und zierlicherer Ausbildung liegt die Mikrostructur des secundären Products und sein Hineinragen in den frischen Feldspath vor. Ein mit jener Zerspaltung zusammenhängendes, charakteristisches Stadium bei der Umwandlung der Orthoklase bietet sich in der Erscheinung dar, dass die Krystalle aus einer grossen Zahl quadratischer oder rhombischer trüber Stellen mit sehr schma-

len durchsichtigen Zwischenräumen bestehen, wodurch ein schachbrettähnliches Bild erzeugt wird.

Diese mikroskopischen Beobachtungen sind in der That geeignet, die früher schon aus dem allgemeinen äussern Habitus abstrahirte Vermuthung zu unterstützen, dass die trüben impelluciden Orthoklase der ältern Gesteine ihre jetzige Beschaffenheit durch die vorwiegend von aussen nach innen erfolgte moleculare Umwandlung einer einstmals klaren Feldspathsubstanz erst im Laufe der Zeit erlangt haben.

Diese letztere Substanz tritt uns insbesondere in einigen Varietäten von Felsitporphyren in ganzen Individuen noch halbwegs frisch entgegen. Laspeyres, welcher für die Porphyre von Halle schon darauf aufmerksam gemacht hat, in welcher Beziehung sie zu den trüben Orthoklasen steht[1]), bezeichnet sie geradezu als Sanidin. Mit dem glasigen, rissigen und gewöhnlich natronreichern Sanidin der jüngern Gesteine scheint sie indessen nicht völlig identificirt werden zu dürfen. Makroskopisch macht sie, wie Cohen mit Recht hervorhebt[2]), nach ihren physikalischen Eigenschaften mehr den Eindruck des Adulars, und im Dünnschliff vermisst man gewöhnlich die beim Sanidin so häufigen, von der Spaltbarkeit unabhängigen Risse. Die Bezeichnung als durchsichtiger Orthoklas, wofür sich auch Tschermak ausspricht[3]), dürfte wohl den Vorzug verdienen.

Wenn es nun so im höchsten Grade wahrscheinlich ist, dass der trübe Orthoklas der Granite u. s. w. früher durchsichtig adularähnlich gewesen ist, so kann es nicht weiter befremden, dass die Flüssigkeitseinschlüsse, welche in den benachbarten unversehrten Quarzen so reichlich vorhanden sind, in ihm nicht beobachtet werden, da sie durch die Umwandlungsvorgänge gänzlich obliterirt oder zerstört wurden. Um so bemerkenswerther ist es, dass in jenen wenigen Fällen, wo der granitische Orthoklas seine Pellucidität noch gerettet hat, Einschlüsse, ähnlich denen der benachbarten Quarze, in ihm gefunden werden. So enthält der stellenweise klare Orthoklas des Granitporphyrs von Altenberg i. S. zahlreiche Glaspartikel, nur durch die rectanguläre Form von denen im Quarz dieses Gesteins verschieden.

Eine recht eigenthümliche Mikrostructur, von welcher Kreischer Kunde gab, besitzt der gelbbraune Feldspath (Pegmatolith) von Arendal[4]). Sowohl auf den basischen als auf den klinodiagonalen Spaltungsflächen tritt eine schöne Streifung hervor, welche aber nicht wie bei den triklinen Feldspathen von

---

1) Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. XVI. 1864. 394.

2) Die zur Dyas gehörigen Gesteine d. südl. Odenwaldes 1871. 26. Vgl. auch Vogelsang, Philos. d. Geologie 191.

3) Die Porphyrgesteine Oesterreichs 1869. 10.

4) Neues Jahrb. f. Mineral. 1869. 208.



einer Zwillingsbildung, sondern von einer vielfachen, allerdings mit wenig scharfen Grenzen ausgestatteten Durchaderung einer andern Mineralsubstanz herrührt; letztere ist ebenfalls krystallinisch, besitzt aber, wie das polarisirte Licht lehrt, vermöge des abweichenden Farbenwechsels ein von dem Feldspath verschiedenes Dichtigkeitsverhältniss. Lamellen nach der Hauptspaltbarkeit *P* geschliffen lassen im polarisirten Licht zwischen jenen Adern schon bei 40- bis 60facher Vergrösserung an der Feldspathmasse zwei Systeme sich rechtwinkelig kreuzender gerader Linien erkennen, von denen das eine System bei senkrechter Stellung der Hauptaxe horizontal, das andere in der Fallrichtung von *P* liegt. Diese gekreuzten Streifen lagern entschieden über einander, und bei stärkerer Vergrösserung beobachtet man deutlich, dass die zwischen den einzelnen Linien befindlichen Feldspathpartien abwechselnd ein verschiedenes optisches Verhalten zeigen, analog demjenigen der Zwillingslamellen beim Labradorit. Die Ursache dieser sonderbaren Erscheinung kann keine andere sein, als dass mikroskopisch kleine stabförmige Krystallindividuen zwillingsartig zu einzelnen dünnen Lamellen sich zusammengesetzt haben, und dass die Lage der Individuen in den aufeinander folgenden Lamellen abwechselnd um 90° gedreht ist. Die Richtung der einzelnen Individuen bleibt übrigens dieselbe zwischen den verschiedenen Feldern, wie sie durch die oben angeführten Adern fremder Substanz gebildet werden. Ein fleischrother Feldspath von Arendal bot dieselben Wahrnehmungen dar. Stelzner gab für die Erscheinung bei dem Arendaler Pegmatolith die Erklärung, dass die Hauptmasse des Minerals ausser von den stärkern Lamellen noch von zwei Systemen feinerer Lamellen durchwachsen ist, von denen das eine parallel dem Orthopinakoid, das andere parallel dem Klinopinakoid verläuft, welche sich gegenseitig vielfach durchdringen und dadurch in stabförmige Leisten unterabtheilen müssen [1].

Der labradorisirende, schillernde Orthoklas aus dem Zirkonsyenit von Frederiksvärn enthält gewöhnlich reichliche Mikrolithen in sich, welche der Hauptsache nach mit den später zu erwähnenden im Labradorit übereinstimmen; die grössern derselben sind nach Hagge's Beobachtungen [2] bis zu 0.5 Mm. lange nadelförmige an den Enden sehr deutlich zugespitzte schwarze Gebilde, die am besten in einem Dünnschliff parallel *M* hervortreten; diese parallel dem Klinopinakoid liegenden Prismen erscheinen in einem Schliff parallel *P* zu rhombischen Querschnitten verkürzt. Daneben finden sich dünne violetbraune und grössere, ganz lichtbraune oder grüne vollkommen durchsichtige Lamellen. Die Anzahl der Mikrolithen steht aber gegen diejenige im Labradorit weit zurück. Eine unendlich feine Streifung,

1) Berg- u. hüttenmänn. Zeitg. XXIX. 150.
2) Mikroskop. Untersuchungen über Gabbro. Kiel 1871. 43.

welche bandweise hervortritt, hat mit Zwillings-Lamellirung nichts zu thun. Aehnliche Beschaffenheit besitzt der Feldspath eines riesenhaften erratischen Blocks von schönfarbigem Granit aus Pommern, welchen G. Rose untersuchte[1]. Sein eigenthümlicher bläulicher Schiller nach gewissen Richtungen werde durch eingelagerte graue glanzlose Schüppchen bewirkt, welche oft zu krummen Linien zusammengehäuft und zwar nicht parallel der Fläche *P*, aber auch nicht viel davon verschieden orientirt sind. G. Rose's Vermuthung, dass die Interpositionen in beiden Vorkommnissen vielleicht weisse Glimmerkrystalle seien, scheint durch ihre Farbe und Impelluciditätt ausgeschlossen.

Der sibirische Amazonenstein ist durch seine ganze Masse hindurch blassgrün gefärbt und besitzt nicht etwa ein (kupferoxydhaltiges) Pigment mechanisch eingeschlossen.

Für den Perthit von Bathurst und Township bei Perth in Canada hat D. Gerhard den chemischen Nachweis geführt, dass er eine lamellare Verwachsung von bräunlichrothem Orthoklas und weissem oder röthlichweissem Albit sei.[2] Das Mikroskop lehrt, dass der Orthoklas seine Farbe einer Unzahl von eingelagerten Eisenglanzblättchen verdankt, welche in allen Beziehungen mit denjenigen übereinstimmen, die dem Sonnenstein seine röthliche Farbe und seinen Schiller ertheilen[3] (vgl. diesen). In den Perthit-Dünnschliffen tritt die höchst zarte buntfarbige Streifung der von Eisenglanz freien oder daran ganz armen weissen triklinen Albitlamellen gegen die Einfarbigkeit der Orthoklaslamellen deutlich und zierlich hervor. Ausser diesen interponirten Kryställchen bemerkt man bisweilen noch rundliche hellgrüne Körnchen, wohl der Hornblende angehörig. Stelzner machte darauf aufmerksam, dass der Perthit zuweilen makroskopisch dieselbe Structur aufweist, welche der eben angeführte Arendaler Pegmatolith mikroskopisch darbietet: die triklinen Lamellen verlaufen nicht nur wie gewöhnlich parallel dem Orthopinakoid, sondern auch gleichzeitig parallel dem Klinopinakoid, so dass die dunklere basische Perthitspaltfläche durch lichte Streifen förmlich gegittert erscheint.

Gerhard führt in seiner eben angegebenen Abhandlung mehrere andere Feldspathvorkommnisse an, welche eine verschiedenfarbige Streifung an sich tragen, und hält in Uebereinstimmung mit Breithaupt dafür, dass diese ebenfalls aus einer parallelen Verwachsung von Orthoklas- und Albitlamellen bestehen, wobei indessen die Feinheit und der geringe Färbungsunter-

---

1) Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXIV. 1872. 419.

2) Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XIV. 1861. 151.

3) Kenngott, welcher wohl zuerst die Mikrostructur des Perthits untersuchte (Uebers. der mineralog. Forschungen i. J. 1861. S. 71), hielt die Blättchen wie diejenigen im Sonnenstein für Pyrrhosiderit (Goethit).

schied der Lamellen die für den Perthit vorgenommene Trennung und Sonderanalyse nicht gestattet. Die schliesslich ausgesprochene Vermuthung, dass die Kali und Natron zugleich enthaltenden Feldspathe stets ähnliche Verwachsungen von Orthoklas und Albit darstellen, ist bekanntlich später von Tschermak in seiner ausgezeichneten und für die Deutung der triklinen Feldspathe Epoche machenden Arbeit eingehender zu begründen versucht worden.[1] Sollte diese Auffassung der natronhaltigen Orthoklase richtig und allgemein gültig sein, so müssen sich wohl in den mehr oder weniger senkrecht auf die supponirte Zusammenwachsungsfläche geschliffenen pelluciden Plättchen die eingelagerten triklinen Lamellen zwischen gekreuzten Nicols durch ihre charakteristische buntfarbige Lineatur gegenüber der einfarbig werdenden Orthoklassubstanz zu erkennen geben.

Dass solche Gebilde wirklich vorkommen, zeigt der erwähnte Perthit und auch Streng hat in dem Orthoklas von Harzburg und von Elba Einlagerungen von Lamellen oder vielmehr Kryställchen gestreiften Albits gefunden[2], vom Rath solche im Orthoklas von S. Piero auf Elba[3]. Die durch Streng untersuchten Orthoklase von Harzburg enthielten die Albitlamellen theils parallel dem Orthopinakoid, theils parallel dem Klinopinakoid eingewachsen; in dem Orthoklas von Elba waren dieselben meist parallel dessen Orthopinakoid in die Länge gezogen und so orientirt, dass die Zwillingsstreifung der Kante $0P . \infty \bar{P} \infty$ parallel läuft. Allein andere Beobachtungen gibt es[4], welche darthun, dass selbst diejenigen Orthoklase, welche mit deutlich in der Farbe abweichenden Streifen ausgestattet sind, keineswegs alle als Verwachsungen von Orthoklas mit Albit gelten können, und der oben angeführte Satz scheint deshalb in seiner Allgemeinheit nicht statthaft zu sein.

Ein sibirischer Orthoklas zeigte parallel dem Orthopinakoid blass gelblichröthliche Streifen in der graulichen Masse. Der Dünnschliff nach *P* lieferte eine farblose Platte, welche von ziemlich parallelen trüben, licht isabellfarbigen Streifen durchzogen war, millimeterbreit bis ganz fein und dünn. Im polarisirten Licht ergibt es sich, dass diese Streifen nicht einer triklinen Feldspathsubstanz angehören: das ganze Präparat erscheint zwischen den Nicols einfarbig, und davon machen die Streifen keine Ausnahme; von der charakteristischen bunten Lineatur ist keine Spur zu sehen. Jene Streifen, die Durchschnitte von abweichend beschaffenen lamellaren Zonen, welche in dem wasserklaren Feldspath eingeschaltet sind, bestehen bei starker Vergrösserung der Hauptsache nach aus linearen Schwärmen von

---

1) Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1865. L. 1. Abth. 566.
2) Neues Jahrb. f. Min. 1871. 721.; vgl. auch v. Lasaulx. ebendas. 1872. 312.
3) Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXII. 1870. 657.
4) F. Z. ebendaselbst 1872. 11.

leeren, dunkelumrandeten, meist in die Länge gezogenen Höhlungen, welche perlschnurartig hintereinanderliegen und bis zur grössten Dünne hinabsinken.[1] Fünfzig oder hundert solcher paralleler Porenzeilen, jede aus tausenden von Höhlungen gebildet, erzeugen, hart neben einandergefügt, einen jener millimeterbreiten trüben Streifen im Feldspath, welche mit trikliner Lamellirung nichts zu thun haben. Neben den Hohlräumen betheiligen sich ganz blassgelbliche dünne Nädelchen und längliche Läppchen an der Entstehung der makroskopischen Streifen. Stets sind diese Gebilde mit einer Längsaxe versehen, darnach sowohl mit einander als mit der Erstreckung der Hohlraumzeilen parallel gruppirt. Ganz ähnlich verhält es sich bei den Sanidintafeln des Drachenfelser Trachyts, welche bekanntlich auch eine Abwechslung von Streifen darbieten, von denen die einen mehr glasähnlich und durchsichtig, die andern mehr trübe und milchweiss sind. In einem Dünnschliff parallel der breiten tafelförmigen *M*-Fläche war über die ganze Ausdehnung hin auch keine Spur einer triklinen Zwillingsstreifung zwischen den Nicols zu sehen. Die trüben Streifen entsprechen auch hier keineswegs einer krystallographisch abweichenden Feldspathsubstanz, sondern werden hervorgebracht durch Bänder von reihenförmig gruppirten, meist länglich schlauchförmigen Poren und durch Spältchen, welche mit diesen ganz gleichmässigen Verlauf (wie es scheint, parallel dem Orthopinakoid) haben.

Die Erscheinung, dass die Oberfläche der sibirischen (und anderer) Orthoklase oftmals furchenartige Vertiefungen entsprechend den Streifen darbietet, hat man, jene „Lamellen" als Albit deutend, in einer leichtern Zersetzbarkeit und erfolgten Herausätzung des Natronfeldspaths gesucht[2]. Die erwähnte Porosität jener Zonen dürfte ebensogut diese Beschaffenheit der Oberfläche erklären: die hohlraumreichen Theile fielen eher der Verwitterung anheim als die compacte Feldspathsubstanz.

Plagioklase (trikline Feldspathe). Die Plagioklase sind durch die nach der Ebene $\infty \breve{P} \infty$ erfolgende polysynthetische Zwillingsverwachsung dünner Lamellen dem Orthoklas gegenüber charakterisirt, bei welchem nach diesem Gesetz gar keine Zwillinge entstehen können. Diese lamellare Zusammensetzung der durchschnittenen sowohl makroskopischen als mikroskopischen triklinen Feldspathe gibt sich schon oft im gewöhnlichen Licht durch parallele Längslinien, immer im polarisirten Licht durch verschiedenfarbige parallele Streifung zu erkennen, sofern nur ein solcher Feldspath unter irgend einem beliebigen Winkel mit dem Brachypinakoid geschnitten ist;

---

1) Auch G. vom Rath erwähnt (a. a. O. 656) in einem schillernden Feldspath aus Elba eine grosse Menge mikroskopischer röhrenförmiger Hohlräume, annähernd in der Richtung der Axe *c* gelagert.

2) Vgl. z. B. vom Rath, a. a. O. 657.

dagegen kann die polysynthetische Beschaffenheit in dem höchst seltenen Fall, dass der Schnitt gerade parallel jener Fläche geht, natürlich nicht hervortreten.

Die einzelnen Lamellen erreichen oft eine sehr beträchtliche ungeahnte Dünne, sind manchmal wohl nur 0.001 Mm. breit und nicht einmal halbmillimeterbreite trikline Feldspathe tragen mitunter eine bunte Lineatur von mehr denn fünfzig Streifen. Einen prächtigen Anblick gewährt es so, wenn zahlreiche Lamellen von grosser Schmalheit verwachsen sind. Indem bei krystallisirten Medien die Polarisationsfarbe dünner Blättchen auch von ihrer Dicke abhängt, fällt die Farbenstreifung im polarisirten Licht je nach der Dicke des Präparats etwas verschieden aus. Ist der Feldspathdurchschnitt ganz ausserordentlich dünn, so zeigt sich meist nur eine Abwechslung von mattbläulichen und dunkelgrauen (oder complementärfarbigen) Linien. Bei grösserer Dicke der Feldspathschicht erscheint eine eigentlich bunte Streifung aus abwechselnden blauen, rothen, violetten, gelben, braunen, grünen u. s. w. Farben. Ein Gesteins-Präparat bietet so oftmals an den sehr dünnen Rändern nur zweifarbige, in der Mitte reich buntliniirte Durchschnitte desselben plagioklastischen Gemengtheils dar.

Bekanntlich gibt es beim sog. Labradorit zwei Gesetze der Zwillingsverwachsung, welche sowohl nach dem Brachypinakoid *M* (Albitgesetz), als nach der Basis *P* (Periklingesetz) erfolgt. Im erstern Fall erscheint die polysynthetische Zwillingsstreifung auf *P*, im zweiten auf *M*, in beiden geht sie parallel der Kante *PM*. Manche Labradorite weisen diese beiden Arten von Viellingsstreifung gleichzeitig auf: indem also hier zwei Lamellensysteme vorhanden sein müssen, die sich unter dem Winkel $P : M = 86^0 40$ durchkreuzen, besteht der Labradorit gewissermaassen aus stabförmigen Individuen von fast quadratischem Querschnitt, welche parallel der Kante *PM* in den Ebenen der Basis und des Brachypinakoids liegen. An Dünnschliffen parallel dem Makropinakoid oder den Prismenflächen, ferner an solchen, welche einer zu *P* und *M* rechtwinkeligen Richtung entsprechen, kann man die beiden sich durchkreuzenden Lamellensysteme gleichzeitig beobachten und gewahren, wie ganz unregelmässig bald die einen bald die andern vorherrschen, wie bald die Lamellen des Albitgesetzes diejenigen des Periklingesetzes durchbrechen, bald das Umgekehrte stattfindet: dabei durchschneidet entweder eine Lamelle solche der andern Richtung ganz scharf, ohne alle Verwerfung, oder sie nimmt innerhalb der durchsetzten eine andere schräge Lage an, wobei sie dann mit ihrem Heraustritt aus derselben wieder zur alten Richtung zurückkehrt.[1]

In den Gesteinen beobachtet man mitunter grössere Durchschnitte,

1) Vgl. dar. Stelzner, Berg- u. Hüttenmännische Zeitung. XXIX. 150; auch Schrauf in Sitzgsber. d. Wiener Akad. LX. 1. Abth. Dec. 1869. 19.

welche so aussehen, als ob bei ihnen der Fall vorläge, dass zwei trikline und selbst schon polysynthetisch zusammengesetzte Feldspathe nach dem Karlsbader Gesetz verwachsen seien. Recht sonderbar sind andere höchst seltene Durchschnitte (z. B. in den Basalten), bei denen im polarisirten Licht die triklinen buntfarbigen Lamellen nur (oft nicht einmal ganz) bis zur Mitte reichen und dort mit verschiedener Länge endigen, worauf die andere Hälfte des Durchschnitts sich einfarbig fortsetzt (Fig. 48 a); vermuthlich ist es hier monokliner Feldspath, der an dem einen Ende trikline Lamellen eingelagert enthält.

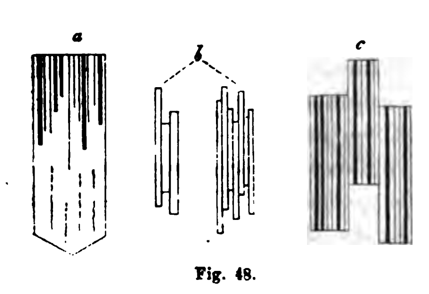


Fig. 48.

Wie in den Orthoklasen hin und wieder mikroskopische Plagioklaspartikel eingelagert vorkommen (S. 131), so erscheinen auch wohl monokline Theile in triklinen Feldspathen. Der Albit aus dem Schriftgranit von Harzburg zeigt nach Streng in seiner sehr schön gestreiften Hauptmasse breite, bei gekreuzten Nicols völlig einfarbige und nicht liniirte Zwischenlagerungen; oft setzen gestreifte Lamellen sehr scharf an den ungestreiften ab, wobei aber einzelne Bänder der erstern weit in die letztern hineinragen[1]. Gleichwohl dürfte es sehr fraglich sein, ob solche Interpositionen von Orthoklas so verbreitet sind, dass dadurch der übliche Kaligehalt der Albite erklärt werden kann.

In den Basalten und Trachyten stehen mit den grössern triklinen Feldspathen andere sehr winzige farblose Gebilde im entschiedenen Zusammenhang, welche ganz dieselbe Streifung aufweisen, aber an den beiden Enden nicht so regelmässig begrenzt erscheinen, indem dort die einzelnen zusammensetzenden Leistchen durch ihre verschiedene Länge gewissermaassen zinkenähnliche Ausfranzungen bilden (Fig. 48 b). Es kann fraglich sein, ob man es hier mit eigentlichen Lamellen und nicht vielmehr mit nadelförmigen Feldspathmikrolithen zu thun hat, welche aber, wie es ihre constante polysynthetische Aggregation zeigt, gewiss als solche trikliner Natur sind. Die verschiedene Dicke der einzelnen könnte es hier auch sein, wodurch die verschiedenfarbige Streifung erzeugt wird, welche übrigens meistens nur eine zweifache ist. Mitunter kommt es auch bei makroskopischen Plagioklas-Durchschnitten vor, dass die Enden der Lamellen nicht sämmtlich in eine Linie fallen.

Oftmals sind in den Gesteinen die Plagioklase zu zweien oder dreien unmittelbar neben einander gedrängt (Fig. 48 c), oder nur durch ganz dünne Scheidewände fremder, meist glasiger oder entglaster Substanz getrennt.

[1] Neues Jahrb. f. Mineralogie 1871. 723.



Bisweilen stossen mehrere leistenförmige Plagioklasdurchschnitte mit einem Ende zusammen und strahlen mit den andern radienartig nach verschiedenen Richtungen auseinander.

Die Plagioklase der ältern Gesteine, der Granite, Gneisse, Syenite sind gewöhnlich von einer ähnlich trüben, schlecht pelluciden Beschaffenheit wie deren Orthoklase, und es scheint, dass diese Ausbildungsweise ebenfalls auf moleculare Umwandlungsprocesse zurückzuführen ist, welche eine einstmals klare und durchsichtige Plagioklassubstanz betroffen haben. Diejenigen der Trachyte, Andesite, Basalte, Gläser u. s. w., eigenthümlicher Weise auch die der meisten Gabbros fallen aber im Dünnschliff in der Regel ziemlich klar aus. Von fremden Gebilden beobachtet man in denjenigen mancher Gesteine Glaseinschlüsse, deren Einordnung sich oft von dem Krystallwachsthum abhängig zeigt. Die Einmengung von Mikrolithen des Augits und der Hornblende oder von Magneteisenkörnern gehört indess zu den wenig häufigen Erscheinungen. Einschlüsse einer Flüssigkeit sind verhältnissmässig selten (z. B. in denen des Hypersthenits von Penig, der schlesischen Gabbros von Hausdorf und der Schlegeler Berge, des Gabbros von Harzburg, des Basalts von Lichtenberg in Franken; liquide Kohlensäure ist es in den Feldspathen des Basalts vom Berge Smolnik und von Schemnitz in Ungarn). Der Plagioklas des Olivingabbros von der schottischen Insel Mull führt aber eine ganz ausserordentliche Menge der schönsten Flüssigkeitseinschlüsse mit lebhaft beweglicher Libelle, zu Partikelchen heruntersinkend, welche bei stärkster Vergrösserung nur staubähnlich erscheinen; porenreichere Schichten oder perlschnurartig aneinandergereihte dickere liquide Einschlüsse verlaufen parallel der Lamellation des Feldspaths. Aehnlich verhält sich der Plagioklas des Olivingabbros (sog. Hypersthenits) von Skye, der ausser solchen Einschlüssen schwarze und bräunlich durchscheinende Nädelchen (bis zu 0.06 Mm. lang, 0.004 Mm. breit), Körnchen (und Nädelchen, welche aus einer Aneinanderreihung von Körnchen bestehen), auch wohl schmale Täfelchen derselben Substanz enthält: alle diese grössern mikroskopischen Gebilde liegen hier in einer Feldspathmasse, die bei stärkster Vergrösserung dadurch graulich oder bräunlich staubig aussieht, dass sie durch und durch mit Körperchen derselben Natur erfüllt ist, welche das Mikroskop bei × 900 nicht mehr alle als solche zu erkennen vermag. Auch hier gruppiren sich dickere Körperchen reihenförmig der Feldspath-Lamellirung[1]).

Ueberhaupt sind es, wie namentlich die Untersuchungen von R. Hagge[2] gelehrt haben, insbesondere die Plagioklase der Gabbros, welche sich mit jenen fremden dunkeln mikroskopischen Gebilden oft in einem erstaunlichen

---

1) F. Z. in Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1871. XXIII. 59. 94.

2) Mikroskopische Untersuchungen über Gabbro u. verwandte Gesteine. Kiel 1871.

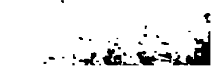


Maasse erfüllt erweisen und diesen die häufige trübgraue oder dunkle Farbe verdanken. Es sind einerseits geradlinige schwarze strichähnliche Nadeln (selbst 0.14 Mm. lang, aber gewöhnlich allesammt gleich dick, hin und wieder mit zugespitzten Enden), die meist bestimmte Richtungen verfolgen, von welchen nur wenige abweichen, andererseits winzige punktförmige Körner, die in zu unermesslicher Anzahl auftreten um sie als Durchschnitte auf die schwarzen Nadeln zurückführen zu können; ferner gegen die vorigen zurückstehend, bei grosser Dünne hellbraun durchscheinende Lamellen, meist etwas abgerundet, bisweilen sechseckig geformt; eine lange Nadel oder Lamelle ist oft aus mehrern dicht hinter einander gelegenen Stückchen zusammengesetzt, deren zackige Enden in einander passen. Regellos zerstreut und in geringerer Menge finden sich manchmal blassgrüne runde und etwas verlängerte Körner (meist vergesellschaftet mit einem schwarzen Magneteisenpartikelchen), die zuweilen einen Winkel von reichlich 120° aufweisen, also wohl der Hornblende angehören. Die Einschlüsse erfüllen in der Regel am meisten die Mitte der einzelnen Feldspathindividuen, welche an ihren Rändern viel freier davon sind und hier oft ganz reine wasserklare Substanz darbieten. So beschaffen sind u. a. die Plagioklase in den Gabbros von Volpersdorf, Buchau, Ebersdorf und den Schlegeler Bergen in Schlesien, von Valeberg bei Krageröe in Norwegen (dessen Feldspath, im Handstück schwarz, im Dünnschliff röthlichbraun wird wegen der Unzahl der hier gelblichen oder bräunlichen körnigen und nadelförmigen Einschlüsse), von Harzburg (wo die bis zu 0.5 Mm. langen Nadeln z. Th. bald schwach gekrümmt, bald zu einem spitzen Winkel geknickt erscheinen, auch wohl eine Strecke weit der Zwillingsstreifung parallel laufen, darauf plötzlich in einem stumpfen Winkel ihre bisherige Richtung verlassen und dann wieder parallel der Anfangsrichtung werden), im sog. Hypersthenit von Penig in Sachsen.

Ueber die Vorgänge und Resultate bei der Zersetzung der triklinen Feldspathe in den Gabbros hat Hagge (a. a. O.) manche Beobachtungen angestellt.

Was den eigentlichen, auf den brachydiagonalen Spaltungsflächen $\infty\breve{P}\infty$ prächtig bunt schillernden Labradorit von der Küste Labrador anbelangt, so glaubte Brewster diese Farbenwandlung darin begründet, dass eine Menge sehr dünner viereckiger Poren wie kleine Lamellen dem Mineral in paralleler Stellung eingelagert seien. v. Bonsdorff vermuthete die Ursache der Erscheinung in einem Ueberschuss von 5—6 pCt. Kieselsäure, welche vielleicht sehr fein und gleichförmig eingemengter Quarz sei; der nicht farbenspielende Labradorit enthalte 52 pCt. Kieselsäure, die farbenspielende Varietät 57 pCt. und darüber, auch besitze nach Breithaupt die letztere ein anderes specifisches Gewicht als alle übrigen [1]. Von

[1] Bericht über die Naturforscher-Versammlung zu Prag 1837. S. 147.



H. Vogelsang ist indessen neuerlich dargethan worden[1], dass der blaue Lichtschein der Substanz des Labradorits eigenthümlich angehört und wahrscheinlich als ein Polarisations-Phänomen aufzufassen ist, hervorgebracht durch den Durchgang gebrochener Strahlen aus einer Lamelle in eine andere, deren Schwingungsebenen mit jener nicht zusammenfallen. Namentlich der violette Labradorit ist reich an schwarzen nadelförmigen Mikrolithen und dünnen gelblichrothen Täfelchen (ausserdem erscheinen noch klare und farblose nadelförmige und lamellare Gebilde von unregelmässiger Umgrenzung). Die grossen Lamellen sind parallel *M* eingelagert, einer ihrer Ränder läuft parallel den schwarzen Nadeln, deren Längsrichtung mit der Kante *MT* zusammenfällt. Die blaue Farbe hat hier ebensowenig wie bei dem labradorisirenden Orthoklas von Frederiksvärn mit der Interponirung der Mikrolithen und Lamellen etwas zu thun; der gelbe Farbenschein aber kommt von der totalen Reflexion und der rothe von der partiellen Absorption des Lichts seitens der interponirten Gebilde, während die grünen und violetten Reflexe durch eine Verbindung der gelben und rothen mit dem blauen Lichtschein erzeugt werden. Vogelsang schlägt das Volum der schwarzen Nadeln in dem violetten Labradorit auf 1—3 pCt. an; in einem solchen Vorkommniss beträgt die Zahl aller eingelagerten Nadeln und Täfelchen wenigstens 10000 im Cbk.-Mm.; aber in andern gelben und dunkelgrauen liegen mindestens zehnmal so viel, so dass 1 Cubikcentimeter Labradorit mit mehr als 100 Millionen kleiner fremder Kryställchen erfüllt wäre. Die schwarzen Nadeln und die durchscheinenden, hin und wieder am Rande zersägten oder förmlich in einzelne Striemen auseinandergelösten Täfelchen stellen nach ihm dieselbe Substanz dar, wobei erstere nicht etwa auf der Kante stehende Lamellen sind: Goethit können sie wegen ihrer Winkelverhältnisse (die am häufigsten beobachteten Winkel waren 154—155° und 115—116°) und der Unlöslichkeit in Salzsäure nicht sein, und Vogelsang entscheidet sich dafür, dass sie dem Diallag angehören.

Dieser Labradorit enthält mitunter, nach gewissen Ebenen vertheilt, eine Menge von Flüssigkeitseinschlüssen mit beweglichem Bläschen; sie sind meist von regelmässiger Gestalt, welche mit derjenigen der Mikrolithen übereinstimmt, und gewöhnlich findet sich die Flüssigkeit zwischen einem der eingebetteten (Diallag-) Krystalle und der umgebenden Labradoritmasse.

Scheerer hatte schon früher in dem Labradorit von Hitteröe in Norwegen mikroskopische Krystalle erkannt, welche durch dessen ganze Masse fast gleichmässig vertheilt waren. Das bunte Bild welches dieselben u. d. M. erzeugen, wird durch die verschiedene Beschaffenheit dieser Krystalle hervorgebracht. Die grössern sechsseitigen theils mit rother, theils mit röthlichgelber Farbe durchscheinenden hält Scheerer für Eisenglanz, und von

[1] Sur le labradorite coloré in Archives Néerlandaises 1868 tome III.



ihnen kehren einige ihre breiten, andere ihre schmalen Seiten dem Beschauer zu. Alle übrigen, mit Ausnahme einiger wenigen, zeigen sich gänzlich undurchsichtig und vollkommen schwarz. Es sei möglich, dass dieselben nicht dem Eisenglanz, sondern dem Titaneisen angehörten, eine Annahme, welche durch das sehr häufige Vorkommen bedeutender Titaneisenpartieen im Labradorit von Hitteröe unterstützt werde: an vielen Stellen ist der hier auftretende Gabbro ganz mit grössern und kleinern Titaneisenkrystallen durchwachsen. Ausserdem wurden in diesem Labradorit spärliche durchsichtige Täfelchen beobachtet, welche eine vielseitige, an beiden Enden abgestumpfte Säule zu bilden schienen, theils braun, theils grün gefärbt. Scheerer bemerkt, dass fast sämmtliche interponirte Krystalle theils durch ihre reihenweise Zusammenstellung, theils durch die Lage ihrer breiten Seiten zu einander einem gewissen Parallelismus unterworfen sind, welcher sich besonders in zwei Hauptrichtungen, seltener in einer dritten geltend mache: bei näherer Untersuchung finde man, dass diese Richtungen mit den Blätterdurchgängen des Labradorits zusammenfallen [1]).

Auch Schrauf hat sich eingehend mit der Mikrostructur des Labradorits beschäftigt und ausser denjenigen von der Labradorküste die jüngst gefundenen des Gouvernements Kiew und Wolhynien (namentlich von Kamennoi Brod und Goroschki) untersucht. Das grosse Detail seiner Abhandlung [2]) gestattet nur kurz die Hauptresultate zusammenzustellen. In den russischen und amerikanischen Labradoriten sind wesentlich zwei Arten von Mikrolithen zu unterscheiden, erstlich schwarze undurchsichtige und nadelförmige, welche am deutlichsten im durchfallenden Licht erscheinen, und sodann andere braune, plattenförmige, durchscheinende Einschlüsse die weitaus besser im auffallenden Licht hervortreten. Die schwarzen nadelförmigen Krystalle sind in den Präparaten von Kiew 0.02—0.01 Mm. lang, 0.003—0.008 Mm. breit, in denen von der Labradorküste erreichen sie eine Breite von fast 0.04 Mm. Auf Grund seiner hier nicht anzuführenden Messungen und Bestimmungen der Krystallgestalt glaubt Schrauf, dass diese Mikrolithen nicht einer einzigen Mineralspecies angehören, sondern theils als Augit, theils als Eisenglanz, theils als Magneteisen (mit Picotit) aufzufassen sind. Die meisten der für Augit angesprochenen Mikrolithen liegen mit einer ihrer Prismenflächen auf der Spaltungsfläche des Labradorits; bei auffallendem Licht erkenne man deutlich den prismatischen Charakter und an einzelnen auch Pyramidenflächen am Ende der Säulen.

---

1) Poggendorffs Annalen 1845. LXIV. 162. In dem Labradorit von Frederiksvärn (labradorisirender Orthoklas?) fand Scheerer keine Spur von interponirten fremdartigen Krystallen; dagegen waren einzelne Stücke durch einen undurchsichtigen pulverförmigen Stoff verunreinigt, dessen zerstreute Masse nicht selten zu einigermaassen parallelen Streifen angeordnet war.

2) Sitzungsber. d. Wiener Akademie LX. 1. Abth. Dec. 1869. 1.

welche, wie die Prismenflächen Winkelwerthe besitzen, die füglich auf Augit bezogen werden können. Die für Eisenglanz gehaltenen undurchsichtigen schwarzen Mikrolithen (von denen die dünnern ein röthliches Licht bei starker Beleuchtung durchschimmern lassen) sind mehr plattenförmig, theils sechsseitig, theils scheinbar unregelmässig; dazu gehören auch einige von rhomboëdrischer Ausbildung mit nahe quadratischem Querschnitt. Das Magneteisen bilde kleine, kaum 0.01 Mm. grosse, viereckige Kryställchen, seltener auch etwas grössere 0.02—0.03 Mm. lange, mehr säulenförmige Gestalten; Schrauf gibt Hexaëder, Oktaëder, Dodekaëder, sowie Combinationen dieser Formen unter einander an.[1]

Die ausser diesen Einschlüssen im Labradorit zahlreich vorhandenen graubraunen, mehr oder minder durchscheinenden Krystallblättchen gehören nach Schrauf nicht untereinander zusammen, weil man, wenn das diffuse Tageslicht ausgeschlossen und nur Licht von bestimmter Incidenz angewandt wird, erkenne, dass diese Lamellen weder einerlei Lage noch vollkommen einerlei krystallographische Contouren besitzen, sondern dass sie zerfallen in rectanguläre Tafeln, welche mit ihrer Längsrichtung senkrecht gegen die schwarzen Augitnadeln Schrauf's liegen und lange undeutlich krystallisirte Blättchen, die parallel diesen Augitkrystallen gerichtet sind. Erstere nennt Schrauf Mikroplakite, letztere Mikrophyllite, eine sichere Identificirung mit einem makroskopisch bekannten Mineral gelang bei beiden nicht. Messungen und das apolare optische Verhalten führen Schrauf zu der Ansicht, dass die Mikroplakite entweder regulär parallel der Hexaëderfläche oder quadratisch parallel der Endfläche entwickelte Kryställchen seien, die aber z. B. weder dem Magneteisen, noch Melilith (noch Diallag) angehören: die stark verlängerten, oblongen Mikrophyllite brechen ebenfalls das Licht nur einfach. Schrauf constatirte übrigens, wie Vogelsang, für beide Gebilde die Unlöslichkeit in Salzsäure. Beide Lamellensorten bedingen das Avanturisiren des Labradorits. Was die Lage der-

1) Es mag wohl ein Zweifel gestattet sein, ob diese Mineralbestimmungen in der That das Richtige treffen. Die Winkelmessungen an eingebetteten mikroskopischen Krystallen, deren Lage sich meist nicht mit erforderlicher Sicherheit feststellen lässt, liefern im Grunde genommen nur ein wenig zuverlässiges Fundament. Impellucide Augite von solcher mikroskopischer Winzigkeit sind bis jetzt noch nicht beobachtet worden: sämmtliche makroskopische Augitkrystalle ergeben selbst in verhältnissmässig dicken Schliffen allemal stark durchscheinende Substanz; wo sonst Augitmikrolithen vorkommen, da sind sie im hohen Grade pellucid. Aehnliches gilt für den Eisenglanz Schraufs, der als solcher eine grosse Anzahl stark durchscheinender Individuen bilden müsste. Umgekehrt erwähnt Schrauf für sein Magneteisen fast durchsichtige lichtgrau gefärbte Lamellen, während einerseits die Lamellenform bis jetzt für das mikroskopische Magneteisen noch nicht wahrgenommen wurde, andererseits auch die allerminutiösesten Körnchen dieses Minerals sich stets total impellucid und opak verhalten.

selben anbelangt, so haben die Mikroplakite, bezogen auf die Parameter des Labradorits, den seltsamen Index $\bar{4}.29.0 = \infty{}'\breve{P}\frac{29}{4}$ (vielleicht $\bar{1}.\bar{7}.0$), die Mikrophyllite denjenigen $4.31.0 = \infty\breve{P}'\frac{31}{4}$ (vielleicht $1.8.0$). Schliesslich spricht Schrauf die, wie es scheinen will, nicht hinreichend unterstützte Ansicht aus, dass diese Lamellen nicht ursprünglich dem Labradorit angehören, sondern sich später auf den Absonderungs- und Spaltflächen angesiedelt haben, welche durch die eingelagerten sog. Augitsäulen in dem Mineral hervorgebracht worden seien.

Ungeachtet dieser vielfachen Untersuchungen liegt somit immer noch wenig Gewisses über die eigentliche Natur der Interpositionen im Labradorit vor; die schwarzen Nadeln und die pellucidern Lamellen scheinen aber verschiedener Substanz anzugehören; letztere sind vielleicht Diallag, in erstern könnte man etwa rhombischen Lievrit zu sehen geneigt sein, welcher selbst in den feinsten Partikelchen durchaus impellucid bleibt, wenn nicht die Auflöslichkeit in Säuren Einsprache erhöbe.

Der Sonnenstein von Tvedestrand in Norwegen erhält, wie Scheerer zuerst nachwies[1], seinen schillernden Lichtreflex durch zahlreich eingewachsene, scharf ausgebildete tafelförmige Krystalle von Eisenglanz, deren Farbe ganz lichtgelb, orange und blutroth, mitunter aber auch wegen Undurchsichtigkeit der Masse schwarz ist; man überzeugt sich leicht, dass die abweichend gefärbten Krystalle alle von derselben Art sind, und dass diese Differenzen blos von der verschiedenen Dicke der Tafeln herrühren; mitunter ist eine, gewöhnlich etwas unregelmässig gestaltete Tafel zum Theil schwarz, zum Theil roth, und zwischen beiden Farben verläuft eine sehr scharfe, aber willkührliche und nicht mit der Krystallform zusammenhängende Grenze. An den regelmässig sechsseitigen Krystallen erscheinen Winkel, deren Werth nach Scheerer's Messungen, unvermeidliche Differenzen abgerechnet, 120° beträgt. Gewöhnlich wiegen aber bei den Sechsecken zwei parallele Seiten stark vor, die beiden andern Seitenpaare sind dabei noch im Gleichgewicht, weshalb eine dem rhombischen System ähnliche Figur entsteht; oder alle drei Seitenpaare besitzen unter einander abweichende Länge, wodurch eine dem monoklinen entsprechende Gestalt hervorgerufen wird; im letztern Falle wird ein Seitenpaar wohl derart kurz und klein, dass man es kaum zu sehen vermag, und das Blättchen bei schwacher Vergrösserung wie ein verschobener Rhombus erscheint. Daneben kommen auch Täfelchen vor, an denen alle sechs Seiten von abweichender Länge sind. Mitunter gewahrt man, dass diese unregelmässigen Erscheinungen daher rühren, dass die Eisenglanz-Lamellen unter irgend einem Winkel geneigt sind, wovon man sich durch Veränderung der Focaldistanz über-

1) Poggendorffs Annal. LXIV 1845. 153.

zeugen kann; bisweilen aber sind es vollkommen horizontal gelagerte Täfelchen, welche diese irreguläre Gestaltung zeigen, und alsdann liegen wirklich gestörte Bildungen vor, da die Winkel stets die des regelmässigen Hexagons sind. Neben diesen immer noch geradlinig begrenzten Krystallen finden sich auch ganz zufällig geformte, sehr unregelmässig ausgebuchtete lappen- und fetzenähnliche Lamellen derselben Substanz, wie sie Fig. 35 S. 87 abbildet. Das kleinste beobachtete sechsseitige Täfelchen mass nur 0.0025 Mm.; die grösste Dünne einer Lamelle war 0.0015 Mm. (F. Z.). Die Lamellen liegen, wie Scheerer anführt, zum Theil parallel einer der drei Hauptspaltungsrichtungen des Plagioklas, zum Theil scheinen sie keinen bestimmten Neigungswinkel zu besitzen, sondern regellos eingestreut zu sein; noch andere Lamellen sind, ein ganzes System bildend, parallel einer Fläche 2 P̆ gelagert, welche keiner Spaltungsrichtung entspricht und mit ∞P̆∞ einen Winkel von 65° 50′ bildet. Behandelt man das feingepulverte Mineral bei gelinder Wärme mit Salzsäure, so wird es rein weiss, während sich die Salzsäure gelblich färbt und Eisenoxyd aufgelöst enthält; die ganze Menge des extrahirten Eisenoxyds beträgt jedoch nach Scheerer nicht mehr als etwa $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{4}$ pCt.; eine so geringe Quantität Eisenglanz bringt also den prachtvollen Lichtreflex hervor (doch dürfte das Mineral wohl nicht so fein gepulvert werden können um alle mikroskopischen Blättchen des Eisenglanzes mit der Säure in Berührung zu bringen).

Aehnliche mikroskopische Beschaffenheit fand Scheerer auch an den kleinen Partieen von Sonnenstein aus den Granitgängen von Hitteröe in Norwegen und einem Stück sog. Avanturin-Feldspath vom Baikal-See[1]. Vgl. auch Carnallit.

Kenngott hielt später dafür, dass die interponirten lamellaren Krystalle nicht dem Eisenglanz, sondern dem Pyrrhosiderit (Goethit) angehören; dafür spreche die vorherrschende Ausdehnung zweier paralleler Seiten der Lamellen, hauptsächlich aber noch die Farbe der Blättchen, welche mehr zu Braun und Gelb hinneige, als es dem Eisenglanz zukomme.[2] Die Winkelmessungen von Scheerer erheben aber gegen diese Auffassung Einspruch: auch kommt die ungleichmässige Ausdehnung zweier Seiten bei vielen Durchschnitten hexagonaler Mineralien z. B. Nephelin, Apatit vor. Ferner führt Fischer (b. 18) an, dass die Blättchen im Sonnenstein keinen Dichroismus wahrnehmen lassen, ebenfalls nicht der schuppige Eisenrahm von Waldau bei Freiburg, wogegen der Lepidokrokit von Neuenbürg bei Pforzheim sehr deutlich gelb und roth dichroitisch ist.

1) K. G. Fiedler, welcher 1831 den Sonnenstein an der Selenga in Sibirien auffand (Poggend. Annal. XXXXVI. 189), glaubte, dass der Feldspath seinen durch dicht aneinander gereihte „Goldflitterchen" hervorgebrachten Schimmer „der Vulkanität, in welcher er entstand" verdankt.

2) Sitzungsber. d. Wiener Akademie X. 1853. 179.

Der unkrystallisirte Bytownit aus Canada gilt nur mit Unrecht als ein reines und homogenes Feldspathglied. Derselbe ist nämlich ein ausgezeichnetes Gemenge von nicht weniger als vier mikroskopischen Mineralien, welche in ihrer mikrogranitischen, körnigen Vereinigung ein förmliches, dem blossen Auge einfach erscheinendes Gestein bilden. Diese Gemengtheile sind ein trikliner gestreifter Feldspath, grüne, unregelmässig begrenzte Hornblendebüschel, farblose Quarzkörner und schwarzes Magneteisen. Vermöge der niedrigen Kieselsäuremenge, welche die Bytownit-Analysen aufführen, muss der Plagioklas recht basisch sein und der grosse Kalkgehalt lässt in demselben Anorthit vermuthen. Der Bytownit erscheint also aus denselben Gemengtheilen zusammengesetzt wie der (gleichfalls quarzführende) sog. Kugeldiorit von Corsica und die andern Anorthit-Hornblendegesteine, deren höchst feinkörniges Analogon er darstellt. In der That weisen auch die Bauschanalysen der letztern Gesteine und die verschiedenen (unfreiwilligen Gesteins-) Analysen des Bytownits eine überraschende Uebereinstimmung auf, welche namentlich in der niedrigen Kieselsäure- und Alkalienmenge, dem reichlichen Kalk- und dem übergrossen Thonerdegehalt hervortritt.[1])

Saussurit. Der Saussurit besteht in den von Hagge[2]) untersuchten Gabbros aus kleinen Krystallnadeln, Prismen und Körnern, die farblos oder blassgrün sind und regellos in einer wie farbloses Glas aussehenden Grundsubstanz vertheilt liegen, welche auch vielfach klare Adern in dem dichtern Aggregat jener Körperchen bildet. Im polarisirten Licht zeigt sich diese klare Grundsubstanz ebenfalls aus einzelnen Körnern, die nun durch ihre verschiedene Polarisationswirkung hervortreten, zusammengesetzt. Das Mengenverhältniss, in welchem diese Masse zu den darin eingebetteten Krystallgebilden steht, ist sehr verschieden; erstere überwiegt z. B. bei dem Saussurit aus den Gabbros von Marmels (Graubündten) und Rauris (Salzburg): letztere sind aber in dem Saussurit der Gabbros von Hausdorf und Ebersdorf (Schlesien), sowie vom Glacier de Montmor und vom Simplon in solcher Menge vorhanden, dass die Durchschnitte bei grösster erreichbarer Dünne noch porcellanweiss und undurchsichtig bleiben. Die schmalen, mit der Grundsubstanz erfüllten Adern treten dann um so greller hervor.

Die Krystalle, die den Saussurit zusammensetzen, sind sehr klein und undeutlich; nur selten gewahre man an ihnen einen monoklinen Habitus, z. B. in einem Gabbro vom Simplon. Ganz gewöhnlich sind ihnen grössere Borsten, Prismen und deutliche Krystalle beigemengt, welche höchst wahrscheinlich Hornblende sind; besonders gross und schön sind die von Rau-

---

1 F. Z. in Tschermak's Mineralogischen Mittheilungen 1871. 2. Heft. S. 61.

2 Mikr. Untersuch. über Gabbro u. s. w. S. 51.

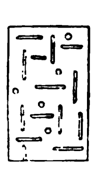
ris. Es finden sich Rhomben mit dem Hornblendewinkel (Durchschnitt des Prismas senkrecht zur Hauptaxe), Sechsecke mit vier längern und zwei kürzern Seiten (Durchschnitt der Combination von Prisma und Klinopinakoid), Sechsecke und Rhomboide, die als Durchschnitte senkrecht zur Orthodiagonale aufzufassen sind. Wenn auch die grünliche Farbe einiger Saussurite wohl durch diese beigemengte Hornblende verursacht wird, so mögen doch auch wohl zum Theil die eigenen Krystalle aus denen der Saussurit besteht, grün sein.

Sehr häufig ist der Plagioklas (Labradorit) der Gabbros durch solche Uebergänge mit dem Saussurit verknüpft, dass an eine Herausbildung des letztern aus dem erstern kein Zweifel bestehen kann. In dem Ebersdorfer, Schlegeler und Hausdorfer Gabbro wird der Feldspath immer mehr und mehr von einer Menge undeutlicher weisser Krystalle erfüllt, zwischen denen anfänglich noch die mikrolithischen Nadeln des Feldspaths (s. S. 136) und Spuren der Zwillingsstreifung zu erkennen sind, welche beide dann bei weiter vorgeschrittener Umwandlung verschwinden. Von jenen kaum je im Gabbro-Labradorit vermissten schwarzen Nadeln wurde in dem Saussurit der alpinen Gabbros (einem von Rauris in Salzburg, einem vom Simplon, von Marmels in Graubündten, einem Gerölle aus dem Emmenthal, einem solchen vom Glacier de Montmor), an dem von Imprunetta (Toscana) und einem von den Nicobaren zwar nichts bemerkt, doch traten u. d. M. deutliche Spuren von Zwillingsstreifung noch an mehrern derselben auf, z. B. an dem von Marmels, vom Simplon, von Imprunetta, von den Nicobaren; nicht übrigens an denen von Rosswein und von Rauris (Hagge S. 51); der letztere soll auch nach Besnard dichter Zoisit sein.

Nephelin. Abgesehen von seinem Vorkommen in den Somma-Blöcken erscheint der Nephelin vorzugsweise als Gemengtheil in Phonolithen, Basalten, Leucitgesteinen und sog. Nepheliniten, häufiger hier in mikroskopischen als in makroskopischen Individuen ausgebildet. Die gewöhnlichsten Durchschnittsfiguren seiner als (∞P . 0P) geformten, farblosen Krystalle sind meist scharfe Sechsecke und Rechtecke, erstere die Schnitte parallel 0P, letztere diejenigen parallel der Hauptaxe. Eine Folge des schiefen Durchschnitts und nicht etwa einer Unregelmässigkeit in der Ausbildung der Säulenflächen ist es wohl, wenn bei den Sechsecken die Randseiten nicht im Gleichgewicht stehen. Eine Abstumpfung der vier rechten Winkel der Rechtecke wird vermuthlich nicht sowohl der Combination (P . ∞P . 0P) entsprechen, als vielmehr daher rühren, dass der Schnitt die beiden Endflächen und die sechs Säulenflächen zugleich getroffen hat. Während die Sechsecke, wenn sie halbwegs horizontal liegen, beim Drehen der Nicols nur Helligkeit und Dunkelheit wechseln, polarisiren die Rechtecke das Licht und zwar eigenthümlicher Weise mit entweder hellbräunlichgelber oder lichtbläulichgrauer Farbe; so lebhaft chromatisch wie der Quarz

polarisirt der Nephelin selbst in den dickern Schichten niemals. Sollte ein solches Rechteck bei gekreuzten Nicols dunkel werden, so ist es erforderlich, den Schliff um seine eigene Axe zu drehen, um es farbig erscheinen zu lassen. Mitunter stellen die Nephelindurchschnitte auch quadratische Vierecke dar, welche wegen ihres schönen Polarisirens natürlich nur Schnitte parallel der Hauptaxe sein können und Säulen angehören, die eben so dick als hoch sind.

Die Nepheline sind bald vollkommen rein und wasserklar, bald mit ausserordentlich feinen Mikrolithen, insbesondere mit blassgelblichen oder blassgrünlichen Nädelchen, Stachelchen oder Körnchen von Augit reichlicher oder spärlicher durchwachsen. So ist es namentlich bei den Nephelinen der basaltischen Gesteine der Fall, während diejenigen der Phonolithe fast gar keine Hornblende-Mikrolithen in sich enthalten. Jene Augitnädelchen sind selten kreuz und quer eingelagert, gewöhnlich parallel den Rändern der Nephelinrechtecke angeordnet, in grössern Hexagonen auch übereinstimmend mit den sechs Rändern gelagert (Fig. 49). Hin und wieder, zumal, wie es scheint, in den hornblendeführenden Gesteinen gewährt die Masse der Nepheline einen Anblick, als ob sie mit feinem bald bräunlichgrauem, bald bläulichgrauem Staub zum Theil erfüllt sei, welcher sich gewöhnlich in der Mitte am reichlichsten angehäuft findet und da längs der Hauptaxe oft in einzelne fadenförmige Reihen vertheilt ist (Fig. 50). Dieser Staub löst sich an den seltenen günstigen Stellen bei sehr starker Vergrösserung in theils dunkle nadelförmige Kryställchen, theils schwarze rundliche Körper, theils Glaskörner, theils leere Hohlräume, theils Flüssigkeitseinschlüsse — alles in ungeheuer winzigster Ausbildung auf. Hin und wieder ist, wie die Durchschnitte durch senkrecht stehende Nephelinsäulen lehren, diese staubähnliche Materie in mehrere hexagonale Zonen geordnet, welche den Prismenflächen parallel gehen[1]). Mit der Grösse der Individuen steht diese Ausbildungsweise in keiner allgemeinen Beziehung, auch kommen klare und verunreinigte Nepheline neben einander in demselben Dünnschliff vor.



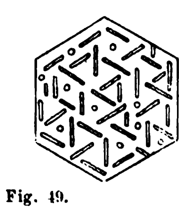


Fig. 49.

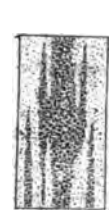


Fig. 50.

In einem ziemlich grossen farblosen Nephelin aus dem Lavastrom vom Camillenberg nach Bassenheim am Laacher See wurden drei Flüssigkeitseinschlüsse beobachtet, davon der grösste 0.007 Mm. lang, 0.005 Mm. breit. Alle drei besassen Bläschen von ununterbrochener, sehr rascher Beweglich-

[1]) Vgl. Rosenbusch, der Nephelinit vom Katzenbuckel. Inauguraldissertation. Freiburg i. Br. 1869. 51.

keit, was vermuthen lässt, dass hier liquide Kohlensäure vorliegt. Die Nepheline der vom Vesuv ausgeworfenen Blöcke enthalten nach Sorby Flüssigkeitseinschlüsse mit darin befindlichen cubischen Kryställchen (vgl. S. 57), ferner leere Gasporen und daneben ausgezeichnete Glaseinschlüsse, welche gewöhnlich kleine Kryställchen und mitunter mehrere Bläschen besitzen. Bemerkenswerth ist, dass bei der Erhitzung über dunkle Rothgluth die Kryställchen und die Bläschen im Glas ihre Lage veränderten und bei noch gesteigerter Temperatur verschwanden (S. 75).

Da neben dem Nephelin häufig der gleichfalls in hexagonalen Prismen krystallisirende Apatit in den Gesteinen als mikroskopischer Gemengtheil auftritt, so gilt es diese beiden von einander zu unterscheiden. Entsprechend der makroskopischen Ausbildung der Krystalle wird man in den Gesteinen die kurz rechteckigen Durchschnitte, welche auf eine verhältnissmässig dicke und nicht allzu lange Säule schliessen lassen, als Nephelin, die sehr langen dünnen nadelähnlichen Säulen mit besonders scharfem hexagonalem Querschnitt als Apatit auffassen müssen. Die erstern Durchschnitte machen zudem oftmals über die Hälfte der Gesteinmasse aus, können also selbstredend kein Apatit sein, wogegen andererseits die überlangen Nadeln immer nur in so verhältnissmässig spärlicher Anzahl ausgebildet sind, wie dies mit dem üblichen Apatitgehalt der Gesteine im Einklang steht. Derselbe Gegensatz zwischen Form und Anzahl dieser hexagonalen Gemengtheile, der z. B. in dem Gestein vom Löbauer Berg makroskopisch hervortritt, kehrt in mikroskopischem Maassstabe wieder, und Vermittlungsglieder zwischen beiden auf den ersten Blick scharf abstechenden Ausbildungsformen kommen auch hier nicht vor.[1]

Trotz der leichten Zersetzbarkeit durch Säuren verwittert der Nephelin langsamer als der Olivin oder Nosean. Im Beginn der Metamorphose finden sich die rechteckigen Durchschnitte namentlich der grössern Krystalle an den Rändern in kurze isabellfarbige Fäserchen umgewandelt, welche meist senkrecht auf die längsten Rechtecksseiten gestellt sind und mit verschiedener Länge fransenartig in das unversehrte Innere hineinragen. Geht die Alteration weiter, so ist der Nephelin ganz oder zum grössten Theil in eben dieselben schmutzig graugelben Fäserchen verändert. In der Mitte erhält sich bei den grössern Krystallen wohl noch ein schmaler klarer Streifen; sehr oft aber stossen die von beiden Seiten auslaufenden Fäserchen schon innerlich zusammen, und wo dies erfolgt, verläuft gewissermaassen eine feine Naht. Wo wie in den Phonolithen die mikroskopischen Nepheline stellenweise dichtgedrängt neben einander liegen, beginnt die Umwandlung mit einer Trübung dieser Partieen, wobei die Umrisse der sonst scharfbegrenzten Individuen etwas verwischt werden: im Dünnschliff

1) F. Z. Basaltgesteine S. 49.

sieht man dann mit blossem Auge im schief auffallenden Licht diese von der Verwitterung angegriffenen Stellen als matte, trübe, graulichweisse oder gelbliche Fleckchen. Das Erzeugniss der vollendeten Umwandlung dieser Nephelinaggregate ist auch hier eine lichtschmutziggelbliche, bisweilen etwas körnige, meist parallel- oder verworrenfaserige Masse, welche im polarisirten Licht Farbenwechsel zeigt. Hier und da blicken in einem solchen Stadium dann wohl noch höchst spärliche gerettete Nephelinchen gewissermaassen unter einem Schleier hervor. Man darf gewiss ohne Bedenken behaupten, dass dieses Umwandlungsproduct ein Zeolith sei, und zwar ist es höchst wahrscheinlich der auf Grund des starken Natrongehalts im Nephelin entstehende und die Klüfte und Hohlräume nephelinführender Gesteine liebende Natrolith.

Mit Recht gelten die hexagonalen Prismen des matten grünlichgrauen Liebenerits, welche neben den grossen platten ziegelrothen Orthoklaszwillingen im quarzfreien Porphyr von Predazzo in Südtyrol (Abhang der Margola, Rivo di Viezena) liegen, als eine Pseudomorphose nach Nephelin. Dünnschliffe zeigen u. d. M., dass die meist sechseckigen, bald rechteckigen, mitunter quadratähnlichen Durchschnitte der grössern Krystalle ein schwach grünlichgrau angehauchtes bis fast farbloses Haufwerk strahlig auseinanderlaufender, eisblumenähnlicher Büschel darstellen; diese Liebenerit-Schnitte polarisiren nicht einfarbig, wie der frische Nephelin, sondern weisen bei jeder Stellung der Nicols farbenprächtige Aggregatpolarisation auf; auch polarisiren hier sämmtliche Sechsecke ohne Ausnahme, da die Hauptaxen der ehemaligen, nun völlig in fremde strahlige Individuen umgewandelten Nephelinsubstanz gar nicht mehr in Betracht kommen.

Die grünlichgrauen und lichtbläulichgrünen Eläolithe aus den norwegischen Zirkonsyeniten von Laurvig und Frederiksvärn sind ein stereotypes Gemenge, bestehend aus einer farblosen Masse, worin Hornblendeblättchen von lichtgraulichgrüner oder lichtgrasgrüner Farbe eingewachsen sind, deren Gegenwart hier sowohl den eigenthümlichen Farbenton als den Fettglanz des Minerals erzeugt, welche beide dem reinen Nephelin fremd sind. Hornblende tritt bekanntlich auch als makroskopischer Gemengtheil in jenen Gesteinen auf. Mikroskopisch erscheint sie als niedrige platte Säulen, als fast lamellenartige Gebilde mit oft wohl messbarem Säulenwinkel von 124° 30′ und wegen der hinzutretenden Längsfläche von sechsseitigem Umriss, der mitunter lappig eingesägt ist. Stehen die Hornblendeblättchen senkrecht auf dem schmalen Rande, so erblickt man sie als scheinbare Nadeln. Oft liegen die Blättchen streifenweise oder schwarmartig dichter zusammengeschaart (wobei dann häufig die entsprechenden Ränder Parallelität aufweisen), während andere Eläolithpartieen spärlicher damit imprägnirt sind. Die meisten Lamellen haben nur wenige Hundertstel Mm. im Durchmesser, sie sinken zu sehr zierlichen Hexagonen von wenigen Tausendstel



Mm. hinab; hin und wieder kommen daneben auch unregelmässige rundliche oder eiförmige Körnchen von Hornblende vor. Von der gesetzmässigen Anordnung dieser interponirten Mikrolithen war schon S. 81 die Rede. Wird das nicht allzu feine Eläolithpulver mit Salzsäure gekocht, so erhält man nach Wegschaffung der gallertartigen Kieselsäure als unlöslichen Rest einen grünlichen Sand, der sich u. d. M. als die eingewachsen gewesenen Hornblende-Individuen zu erkennen gibt. Durchaus in derselben Weise wie der norwegische ist ein lichtbläulichgrüner Eläolith von Lojo in Finnland beschaffen. Der alte hornblendedurchwachsene Eläolith bietet somit eine vorzügliche Analogie mit dem Mikrolithen von Hornblende oder Augit enthaltenden jungen Nephelin der Phonolithe, Leucit-Nephelingesteine, Nephelin-Basalte dar, bei welchem, wie oben angeführt, auch diese fremden Gebilde parallel den Rändern der Durchschnittsfiguren eingebettet sind; bei der antiken und modernen Ausbildung derselben Mineralsubstanz waltet dasselbe Gesetz in dieser Beziehung.

Diese Eläolithe enthalten neben leeren Hohlräumen auch ausgezeichnete Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle, welche aber beim Erhitzen bis über 100° nicht verschwindet; namentlich reichlich sind die letztern in dem Eläolith von Lojo, wo man gewahrt, dass auch diese liquiden Einschlüsse gleich der Hornblende eine flache platte Gestalt haben und darnach auch wie diese in dem Eläolith angeordnet sind (Vgl. S. 18).

In dem graulichbraunen Eläolith aus dem südnorwegischem Zirkonsyenit findet sich dagegen Hornblende nur ganz spurenhaft vertheilt, er ist aber erfüllt mit ganz ungeheuren Mengen von mikroskopischen Einschlüssen einer jedenfalls der Hauptsache nach wässerigen Flüssigkeit mit mobilen Bläschen; diese sind es wohl hier, wodurch wie bei manchen Quarzen der Fettglanz erzeugt wird. Längs Spalten ist die Eläolithsubstanz etwas molecular verändert in eine trübe Materie, deren armartig ausgestreckte schmale Partieen namentlich im polarisirten Licht verschiedenfarbig hervortreten. Stellenweise ist diese Neubildungssubstanz durch Eisenocker schwach bräunlichroth gefärbt und hierdurch, sowie durch die auch sonst in dieser Eläolithvarietät vertheilten Eisenoxydhydratkörnchen und -Blättchen, wird die Farbe derselben hervorgebracht. Dasselbe wiederholt sich bei dem röthlichgelben Eläolith von Hot Springs, Arkansas, der aber an Flüssigkeitseinschlüssen arm ist. [1])

Der Leucit, welcher bisher als einer der ausgezeichnetsten Vertreter des regulären Systems galt, wurde jüngst durch G. vom Rath gelegentlich des Studiums aufgewachsener Individuen vom Vesuv als tetragonal erkannt [2]). Das scheinbare Ikositetraëder ist eine Combination von einer tetragonalen

---

1) F. Z. im N. Jahrb. f. Mineral. 1871. 810.

2) Monatsber. d. k. Akad. d. W. zu Berlin. 1. Aug. 1872. S. 623.

Pyramide (P) und einer ditetragonalen Pyramide 4P2, ($\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{2}$a : c); untergeordnet erscheint bisweilen die spitzere Deuteropyramide 2P∞, ($\frac{1}{2}$a : ∞a : c) und das Protoprisma ∞P, (a : a : ∞c). Der Leucit ist, wie die untersuchten Krystalle zeigten, zur Zwillingsbildung sehr geneigt, und zwar erfolgt dieselbe so, dass die Zwillingsebene eine Fläche von 2P∞ ist. Es finden sich sehr regelmässige und schöne Verwachsungen zweier Individuen, ferner Verwachsungen mehrerer Individuen, endlich durch Streifensysteme auf den Flächen charakterisirte polysynthetische Krystalle, bei welchen in einem Hauptindividuum Lamellen parallel der Deuteropyramide 2P∞ eingeschaltet sind. Ein solcher polysynthetischer Krystall, welcher vier Richtungen von Zwillingslamellen zeigt, ist als ein Fünfling zu betrachten.

Wenn auch der Leucit durch seine Winkelverhältnisse und seine Zwillingsbildung unbedingt von dem regulären System ausgeschlossen ist, so nähert er sich diesem stereometrisch dadurch, dass die tetragonale Pyramide P und die ditetragonale Pyramide 4P2 fast immer derart im Gleichgewicht ausgebildet sind, dass bekanntlich scheinbar ein reguläres, von 24 gleichen Trapezen eingeschlossenes Ikositetraëder hervorgeht, kaum zu unterscheiden von dem wirklichen, welches etwa der Granat oder Analcim liefert. Insbesondere ist dies bei den eingewachsenen, völlig isometrisch erscheinenden Leucitkrystallen der Fall.

Weitaus die meisten Durchschnitte durch die so beschaffene, immer wiederkehrende Leucitgestalt werden ein fast regelmässiges Achteck mit ziemlich gleichen Winkeln ergeben. Diese charakteristische achtseitige Umgrenzung der durchgeschnittenen Leucite und die Farblosigkeit ihrer Substanz kennzeichnen das Mineral allerorts ebensowohl wie seine später zu erörternden optischen Verhältnisse und namentlich noch die Eigenthümlichkeit, fremde Körperchen, Kryställchen oder Körnchen in grosser Menge zu umhüllen und sie zu zwingen, sich innerhalb seiner Masse zu einem centralen Häufchen oder wohl häufiger noch in Zonen zu gruppiren, deren Durchschnitt ebenfalls achtseitig oder rundlich ist; diese Körperchen sind also auf der Oberfläche von Leucitformen oder kugelähnlichen Gestalten vertheilt, welche concentrisch in den Leucit eingeschrieben gedacht werden.[1] Neben den ausgezeichnet achteckig umgrenzten Leucitdurchschnitten kommen in denselben Gesteinen auch mehr oder weniger rundliche vor, welche in allen andern Beziehungen, im optischen Verhalten, in der Mikrostructur vollkommen mit jenen übereinstimmen. Vielleicht kann man im Allgemeinen sagen, dass je grösser das Individuum, desto regelmässiger

[1] Vgl. über diese mikroskopische Structur F. Z. in Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XX. 1867. 97. Makroskopische, concentrische Zonen bildende Augiteinschlüsse im Leucit erwähnt z. B. vom Rath bei den überzollgrossen Krystallen aus dem Tuff am See von Bracciano, ebendas. XVIII. 1866. 569.



und schärfer seine äussere Gestalt sei. Hin und wieder sind mehrere Leucitkörner, einzeln durch ihre Structur gegenseitig abgegrenzt, unmittelbar und dicht aneinandergedrängt und bilden einen ikositetraëder-ähnlichen Haufen, dessen Durchschnitt die Achteckigkeit roh zeigt; so z. B. in dem Basalt vom östlichen Abhang des Milleschauer in Böhmen (Fig. 51); ähnliches fand F. Kreutz in der Vesuvlava von 1868 [1]).

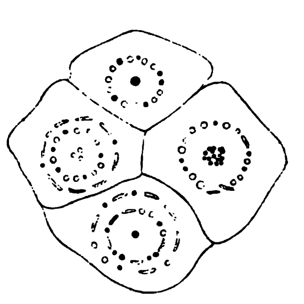
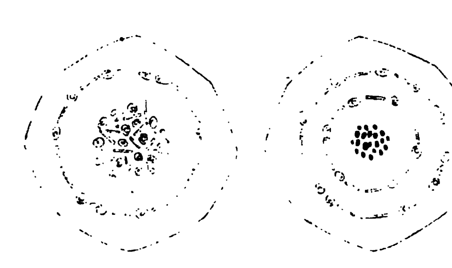


Fig. 51.

Die fremden im Leucit eingehüllten Körperchen sind vorzugsweise grünliche oder gelbliche Nädelchen und Körnchen von Augit, farblose Feldspath-Mikrolithen, rundliche oder eiförmige schwarze und bräunlich durchscheinende Körnchen, welche meist einer halbglasigen und schlackigen Substanz angehören, ferner damit im Zusammenhang stehende, insbesondere häufige reine Glaseinschlüsse (mitunter von der Form des Leucits selbst), überdies eckige dunkle impellucide Partikel von Magneteisen. Freilich sind diese Gebilde in den mikroskopischen Leuciten oft so winzig, dass sich die Natur der einzelnen Körnchen nicht allemal feststellen lässt. Flüssigkeitseinschlüsse gesellen sich übrigens nur höchst selten diesen zonenförmig arrangirten Einmengungen hinzu. Von der Gestaltung, Vertheilung und Anzahl der



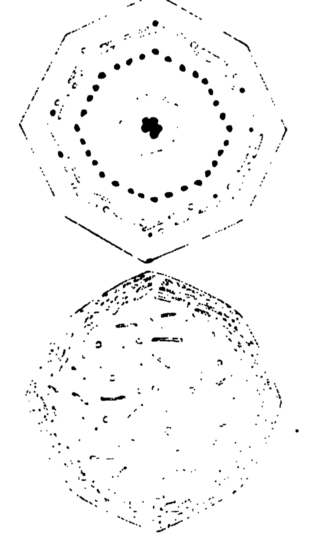
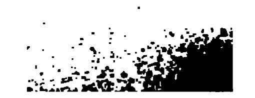


Fig. 52.

grössern mikroskopischen Glaspartikel in den Leuciten war schon S. 72, 73, 75, 76 die Rede.

Zahlreiche zierliche Abänderungen von so beschaffenen Leuciten sind schon beobachtet (vgl. z. B. Fig. 52), noch andere als möglich vorauszusetzen. Hier stellen die schwarzen und grünlichen Körnchen im Centrum ein einfaches ordnungsloses Häuflein dar, dort erscheint in der Mitte des Leucits

[1]) Sitzungsber. d. Wiener Akad. LIX. 2. Abth. 1869.



ein genau concentrisches Kränzchen derselben (vgl. auch Fig. 24 c, 25 und 29) und davon, dass dies der Durchschnitt einer kugelähnlichen Oberfläche ist, kann man sich durch Veränderung der Focaldistanz überzeugen: man sieht bei rasch wechselnder Einstellung die in verschiedenen Höhen der Leucitschicht bald engern bald weitern Kornkränzchen. Oder es bieten sich auch in einer Ebene zwei, drei concentrische Kränzchen dar, wobei im Centrum ein Häufchen entweder noch dazu vorhanden ist oder fehlt. In den kleinen Leuciten sind mitunter die Körnchen so fein und so innig zusammengedrängt, dass bei schwächerer Vergrösserung förmliche schwarze Striche gewahrt werden. Hin und wieder verlaufen auch gerade auf dem äussern Rand des Leucits noch einmal dunkle Körnchen. Wenn Nädelchen sich an diesen Ringsystemen betheiligen, so sind die einzelnen derselben so gestellt, dass ihre Längsaxe eine tangentiale Richtung verfolgt; nur wenige fügen sich nicht in diese Gruppirung ein. So gibt es Leucite, welche drei achteckige, durch farblose Krystallsubstanz getrennte concentrische Stränge von blassgrünen Augitmikrolithen enthalten, wobei auf jeder Seite der Achtecke diese Nädelchen sowohl unter einander als der gegenüberliegenden Seite des Leucitumrisses parallel sind (vgl. Fig. 33 b. S. 81).

Während so die vielen Tausende der durchmusterten Leucite durch eine typische concentrisch-zonale Interponirung fremder Gebilde ausgezeichnet sind, wurden bisher nur äusserst spärliche Beispiele bekannt, wo diese Einordnung concentrisch-radial erfolgte. In einem Theile der Leucite eines vesuvischen Lavastroms, der nach Torre del Greco floss, finden sich längliche Keulen von brauner Schlackenmasse sowie Säulchen und Nädelchen von Augit in radial-strahlenförmiger Weise eingehüllt, so dass diese Leucite im Durchschnitt wie ein Rad mit Speichen erscheinen, welche

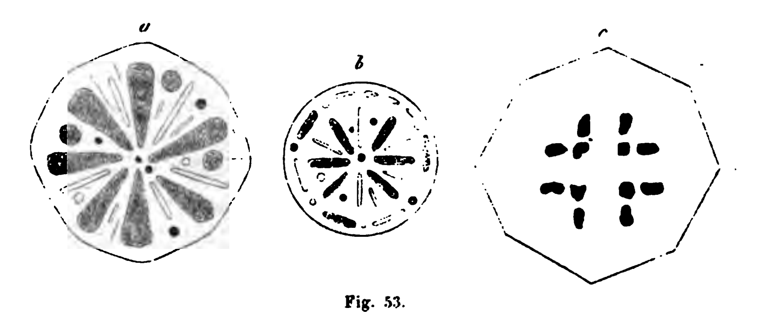


Fig. 53.

auf das Centrum zulaufen (Fig. 53 a). So divergiren mitunter in einer Ebene von dem Mittelpunkt des Krystalls zwölf Augitnadeln und Schlackenkeulen mehr oder weniger regelmässig auseinander, und zwischen den längern und dickern sind oft noch kürzere kleinere eingeschaltet. Hin und wieder tritt die Radform dadurch noch desto besser hervor, dass jene

Keulen im Centrum schmal beginnen und sich nach der Peripherie zu beträchtlich verdicken. Offenbar muss bei dieser Structurart der Leucit in ganz anderer Weise wachsen als bei der gewöhnlichen concentrisch-zonalen. Einigemal wurde beobachtet, dass die Keulenspeichen vom Centrum auslaufend, nur bis in die Mitte des Krystalls, nicht bis zur Peripherie reichten, und dann in der äussersten Leucitzone andere längliche Gebilde derselben Art peripherisch gelagert waren (Fig. 53 b). Bei der Entstehung dieser Leucite scheinen demgemäss die beiden verschiedenen Wachsthumstendenzen auf einander gefolgt zu sein.[1] Eine ähnliche Radialstructur durch längliche, gegen das Centrum zu fein ausgezogene Glaseinschlüsse beobachtete v. Inostranzeff in Leuciten aus der Vesuvlava vom April 1872[2]. Die braunen Glaseinschlüsse im Leucit der Vesuvlava vom Frühjahr 1872 lassen nach v. Lasaulx in der Mitte des Leucitkorns ein Kreuz leer und sind nur zwischen die Balken desselben, diese sorgfältig frei lassend, hineingedrängt[3] (Fig. 53 c). Fuchs hat aus der Lava von 1868 auch schon solche Kreuzformen abgebildet[4], in welchen sich, wie diese Beobachter noch nicht hervorheben konnten, der tetragonale Charakter der damals noch für regulär gehaltenen Krystalle auszusprechen scheint.

Ausgezeichnete Flüssigkeitseinschlüsse finden sich z. B. in den Leuciten der Lava vom Capo di Bove bei Rom (z. Th. unverhältnissmässig gross, bis zu 0.015 Mm. lang), der Vesuvlava von der Solfatara, des Hauynophyrs vom Vultur bei Melfi (ungemein zahlreich dieselben erfüllend, der grösste eiförmige mit 0.008 Mm. im längsten Durchmesser). Da die sehr mobilen Libellen beim Erhitzen bis über 100° noch nicht verschwinden, so scheint die Flüssigkeit vorwiegend wässeriger Natur zu sein. Bemerkenswerth ist das reichliche Vorhandensein dieser liquiden Einschlüsse in dem Hauptgemengtheil von unzweifelhaft geschmolzen gewesenen Laven (vgl. S. 51, 76 und 78). Ferner in den Leuciten des Nosean und Nephelin haltenden Gesteins vom Schorenberg bei Rieden am Laacher See.

In Begleitung der tadellos achtseitig umrandeten Leucitdurchschnitte kommen gewöhnlich in demselben Gesteinspräparat auch abgerundete oder durch die angrenzenden Krystalle anderer Gemengtheile eckig gedrückte und förmlich verkrüppelte Durchschnitte vor, welche aber trotz ihrer Missgestalt vermöge ihrer charakteristischen Mikrostructur, z. Th. auch wegen ihres optischen Verhaltens entschieden gleichfalls zu den Leuciten gehören. In vielen Gesteinen, namentlich Basalten und basaltischen Laven sind die Leucite so ungemein klein ausgebildet, dass ihre zweifellose Wahrnehmung

---

1) F. Z. in Neues Jahrb. f. Mineral. 1870. 810.
2) Mineralogische Mittheilungen von Tschermak. 1872. II. 105.
3) Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 409.
4) Ebendas. 1869. Taf. II. Fig. 6.

einerseits nur in einem sehr dünnen Präparat, andererseits blos bei starker Vergrösserung gelingt. Da diese Gesteine zudem ungemein feinkörnig sind, so entdeckt man die etwa vorhandenen Leucitchen am besten da, wo ein grösserer Krystall, etwa Augit, schief in dem Präparat steckt, und deshalb an einem seiner Ränder eine ganz überaus dünne und sich auskeilende Schicht von Gesteins-Grundteig über seine pellucide Masse theilweise übergreift.

Durch die Erkenntniss von dem tetragonalen Krystallsystem des Leucits und die bei ihm vielfach sich repetirende Zwillingsbildung ist nun auch auf die eigenthümlichen, früher vermöge des vorausgesetzten regulären Charakters kaum deutbaren, optischen Verhältnisse des Minerals Licht gefallen. Schon Biot und Des Cloizeaux[1] hatten erkannt, dass der Leucit im polarisirten Licht sich keineswegs wie ein regulärer Krystall verhält, von F. Z. sind die Polarisationserscheinungen ausführlich beschrieben worden[2]. Es bestehen dieselben darin, dass bei gekreuzten Nicols manche Leucite der Hauptmasse nach bläulichgrau werden und dunkle Streifen sich in ihnen zeigen, dass bei andern in der schwach dunkel erscheinenden Masse des Krystalldurchschnitts ein System oder mehrere Systeme von parallelen breitern oder schmälern Streifen mit bald lichter, bald dunkler bläulichgrauer bis graulichblauer Farbe zum Vorschein kommen, oder dass mitunter selbst der ganze Leucitdurchschnitt aus abwechselnd schwarzen und jenen lichtern farbigen Linien besteht. Bei parallelen Nicols treten diese Polarisationsphänomene nicht hervor, alle Leucite sind gleichmässig gänzlich farblos. Die Streifen, sowohl die polarisirenden innerhalb der dunkeln, als die dunkeln innerhalb der polarisirenden Masse erreichen mitunter eine ungemeine Dünne und Zartheit: es gibt solche, deren Dicke selbst weniger als 0.002 Mm. beträgt. Die Systeme paralleler Streifen

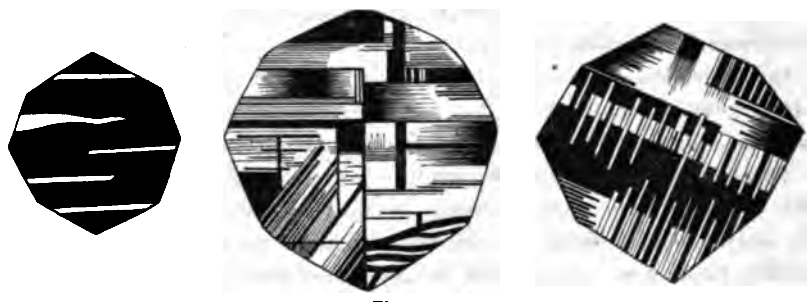


Fig. 54.

stehen bald rechtwinkelig, bald schiefwinkelig auf einander, manche Streifen haben übrigens einen etwas gekrümmten Verlauf. Die Fig. 54 soll

1) Nouv. Recherches s. l. propriétés optiques des cristaux. 1867. 3.
2) Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XX. 150.

versuchen, diese eigenthümlichen Erscheinungen bei gekreuzten Nicols zu veranschaulichen. Die darin weiss gelassenen Partieen sind diejenigen, welche alsdann bläulichgrau bis graulichblau werden. Den mikroskopisch sehr kleinen Leuciten ist, wie es scheint, diese Polarisation in der Regel fremd. Es ist nicht zweifelhaft, dass diese Streifensysteme auf eingeschaltete, in der oben angedeuteten Weise verzwillingte Lamellen zurückzuführen sind, welche in den eingewachsenen Leuciten ebensowohl auftreten wie in den von G. vom Rath untersuchten aufgewachsenen.

Da wo bei gekreuzten Nicols die Abwechslung von farbigen und dunkeln Streifen erscheint, sieht man, wenigstens sehr häufig auch selbst im gewöhnlichen Licht die damit zusammenfallende lamellare Ausbildung des alsdann farblosen Leucits: sie ist zwar ausserordentlich zart, am besten bei Lampenlicht zu gewahren und oftmals dann besonders, wenn man grelle und dunklere oder gerade und schiefe Beleuchtung durch Drehen des Spiegels rasch wechseln lässt. Man würde diese polysynthetische Zwillingslamellirung wegen ihrer Feinheit wohl nicht ohne Weiteres im gewöhnlichen Licht wahrnehmen, wenn nicht jenes Polarisationsverhalten auf ihre Spur leitete. Ist aber das Auge einmal daran gewöhnt, so gibt sie sich so zweifellos zu erkennen, dass man selbst im gewöhnlichen Licht für manchen Leucitdurchschnitt im Voraus bestimmen kann, wie bei gekreuzten Nicols die Polarisationsstreifen verlaufen werden. Die deutlichen grossen und kleinen sich unregelmässig verästelnden Sprünge, welche in recht charakteristischer Weise die Leucite vielfach durchziehen, haben mit jener Erscheinung nichts zu thun; auch die fremden Einschlüsse, z. B. Augitmikrolithen oder Glaskörner stören den geradlinigen Verlauf der Zwillingslamellen nicht im mindesten.

Bemerkenswerth ist es indessen, dass in der That sehr viele, namentlich der kleinern Leucite so äusserst schwach polarisiren, dass man sie eben so lange ungezwungen als einfach brechende Körper erachten konnte. Einfache Brechung sollte den Leuciten nur dann zukommen, wenn sie senkrecht auf die Hauptaxe geschnitten sind. In den Dünnschliffen der leucitführenden Gesteine sieht man oft alle die Hunderte gewiss in verschiedenster Lage gerichteten Leucitdurchschnitte bei gekreuzten Nicols so dunkel werden wie eine amorphe oder isometrische Substanz. Und bei parallelen Nicols tritt selbst an den grössern Individuen kaum je eine deutliche Spur von farbiger Polarisation hervor, während z. B. der an sich ebenso farblose Nephelin dann sehr entschieden chromatisch polarisirt. Wie verschieden ist das Verhalten der verzwillingt-lamellar aufgebauten Leucite und der ebenso gewachsenen Plagioklase mit ihren brennenden Farben zwischen parallelen und gekreuzten Nicols.

Man wird schwerlich irren, wenn man den Grund dieser verschwindend schwachen Polarisation auf die eigenthümlichen stereometrischen Ver-

hältnisse des Leucits schriebt. Dieses Mineral scheint deshalb auch so oft fast indifferent gegen polarisirtes Licht zu sein, weil es eben in seiner äussern Form dem regulären Ikositetraëder allezeit möglichst nahe zu kommen strebt. Nach vom Rath ist das Verhältniss der tetragonalen Axen a : c = 1.8998 : 1 (2 : 1 bei dem regulären Krystall). Niemals noch hat man einen Leucit in der Pyramide oder im Prisma krystallisirt gefunden, niemals selbst einen solchen, bei welchem nicht die tetragonale und ditetragonale Pyramide nahezu im Gleichgewicht ständen, und treten einmal an aufgewachsenen Krystallen die Flächen 2 P ∞ auf, so gesellen sich die von ∞ P hinzu, um das reguläre Rhombendodekaëder nachzuahmen.

Ueber die mikroskopischen Umwandlungsprocesse, denen der Leucit anheimfällt, sind einige Studien angestellt worden. Die Leucite in dem Gestein vom Eichberg bei Rothweil im Kaiserstuhl sind nach der Analyse von Stamm bekanntlich zum Theil unter Beibehaltung ihrer Form in matten, bisweilen erdigen Analcim verändert worden. Die im Beginn der Metamorphose stehenden grössern Leucitdurchschnitte sehen, durch die Loupe betrachtet, wie ein mattes Glas aus; das mikroskopische Umwandlungsproduct ist schwer mit Worten zu beschreiben: es mag mit mehlähnlichen Körnchen verglichen werden, welche gewissermaassen zu dünnen Fäden aneinandergereiht sind, die sich zu wellig gewundenen Strängen gruppiren und so diejenige Erscheinung darbieten, welche Vogelsang Fluidalstructur durch Molecularströmung genannt hat[1]. Dies Zersetzungsproduct des Leucits erweist sich auch dadurch in der That als Analcim, dass es, wie der Leucit selbst, nicht polarisirt. In den Dünnschliffen der sog. basaltischen Wacke von Johanngeorgenstadt sind die Leucite schon ziemlich zersetzt und leicht schmutzig graulichgelblich; einige polarisiren zwar noch nicht, von andern zeigen gewisse Partieen Aggregatpolarisation, während die übrigen Partieen desselben Individuums bei gekreuzten Nicols noch dunkel bleiben: hier wird dies Polarisiren leicht erklärlich durch die begonnene Umwandlung in eine stärker doppeltbrechende Substanz, welche vermuthlich auch zeolithisch, aber natürlich kein Analcim ist. Bei noch andern Leuciten polarisirt aber fast schon die ganze Masse, gleichwohl ist indess, selbst bei den am meisten veränderten, die concentrische Mikrostructur noch nicht verwischt, und man gewahrt im Innern einen dunklern Mittelpunkt oder dunklere rundliche Ringe in lichterer Materie[2].

Während man bis zum Jahre 1868 den Leucit nur in Laven Italiens, des Laacher Sees und des Kaiserstuhls im Breisgau kannte, ergab er sich, nachdem einmal die Charakteristik seiner Structur in Dünnschliffen festgestellt war, als ein ungeahnt häufiger mikroskopischer Gemengtheil nicht

1) Philosophie der Geologie 1867. 138.
2) F. Z. in Poggendorffs Annalen CXXXVI. 1869. 554.



nur unzähliger anderer geflossener Laven, sondern auch ganz gewöhnlicher Basalte, z. B. von Sachsen und Böhmen, der Rhön, dem Thüringer Wald. Es knüpft sich an diese letztere Thatsache noch das geologische Interesse, dass dadurch jene leucitführenden Basalte in die allernächste Beziehung zu den Producten thätiger oder erloschener Vulkane gerückt werden. Eigenthümlicher Weise ist trotz der manchfachen neuern makroskopischen und mikroskopischen Untersuchungen über die Zusammensetzung aussereuropäischer Gesteine noch immer die einst von A. v. Humboldt vor fast zwanzig Jahren gethane Aeusserung zu Recht bestehend, dass man ausser in unserm Erdtheile keinen Leucit kenne.

Der **Melilith** bildet in Dünnschliffen der Lava vom Capo di Bove bei Rom, auf deren Hohlräumen er ausgezeichnet tetragonal krystallisirt erscheint, eine (oft dick-) parallelfaserige, vollkommen frisch aussehende und recht pellucide Substanz von gewöhnlich grünlichgelber oder citronengelber Farbe. Die Punkte, wo er sich einstellt, erscheinen im Handstück und bei schief auffallendem Licht im Dünnschliff schon dem blossen Auge als graulichgelbe Fleckchen. Leucite sind hier zahlreich in diesem Gemengtheil eingeschlossen, wodurch aber die Richtung seiner Fasern keine Störung erleidet. Bei gekreuzten Nicols wird die dickere Melilithschicht meist prachtvoll licht berlinerblau, mitunter aber auch dunkel, wenn die Mikroskopaxe mit seiner optischen zusammenfällt. Diese charakteristische Melilithsubstanz findet sich in dem mit Salzsäure längere Zeit behandelten Lavapulver bis auf die letzte Spur vertilgt. In den Laven des Laacher Sees und der Eifel (Herchenberg, Difelder Stein bei Wehr, Hannebacher Ley, Scharteberg bei Kirchweiler), wo der Melilith als Gemengtheil besser begrenzt erscheint, formt er heller oder dunkler citronengelbe, ebenfalls mehr oder weniger deutlich parallelfaserige, theils rechteckige polarisirende, theils quadratische nicht polarisirende Durchschnittsfiguren, erstere parallel der Hauptaxe, letztere rechtwinkelig darauf gerichtet. Oefters ist freilich der (wegen seiner Mikrostructur nicht mit lichten Augiten zu verwechselnde) Melilith auch hier nicht sonderlich geradlinig und scharf umrandet. Seine Substanz trübt sich leicht, da sie wegen ihres grossen Kalkgehalts, der um 32 pCt. schwankt, verhältnissmässig rasch durch kohlensaure Gewässer angegriffen wird.

Mit dem Leucit theilt der Melilith das Geschick, anfänglich nur in geflossenen basaltischen Laven bekannt gewesen zu sein und dann durch das Mikroskop auch in gewöhnlichen nicht vulkanischen Basalten nachgewiesen zu werden. So findet er sich in den erzgebirgischen Basalten vom Pöhlberg bei Annaberg, von der Scheibenberger Kuppe zwischen Annaberg und Schwarzenberg und von Geising bei Altenberg, ferner im Basalt vom Hamberg bei Bühne an der paderborn-hessischen Grenze. Seine scharfen länglichen Rechtecke (bis zu 0.06 Mm. lang, 0.03 Mm. breit) haben hier

ausgezeichnete Faserung und, wenn sie dicker sind, oft sehr schöne, fast dunkelgelbe Farbe, gerade wie die in obigen Laven. Alle Uebergänge bieten sich dar zwischen den dünnen zartfaserigen und selbst ganz blass grünlich-gelben Durchschnitten und den dickern grobfaserigen citronengelben [1]).

Es ist bemerkenswerth, dass bis jetzt der Melilith lediglich in Leucit- und Nephelin führenden Felsarten, noch in keinem eigentlichen Feldspathgestein beobachtet wurde.

Der Gehlenit vom Monzoniberg im tyroler Fassathal ist trotz seines hohen Kalkgehalts und seiner leichten Löslichkeit in Säuren im Dünnschliff verhältnissmässig recht frisch und daneben auch ziemlich rein. Dunkelbraune, aber durchscheinende scharfe Oktaëderchen, welche in seiner Masse liegen, scheinen Spinell zu sein. Schnüre von schwarzen impelluciden Erzkörnchen durchziehen ihn, vermuthlich dem Magneteisen angehörig, wie denn Rammelsberg im Gehlenit neben Eisenoxydul auch Eisenoxyd nachgewiesen hat.

Die dunkelbläulichschwarzen tetragonalen Krystalle des Couseranits, welche in gleichgefärbtem Liaskalkstein vom Port de Saleix, Pont de la Taoulo u. a. O. der ehemaligen Pyrenäenlandschaft Les Couserans eingewachsen sind, besitzen u. d. M. farblose Substanz (chemisch zum Skapolith gehörig), die allerseits mit unzähligen schwarzen Flimmerchen durchsprenkelt wird, welche, wie auch der grosse Glühverlust des Minerals von über 6 pCt. ergibt, ohne Zweifel Kohlenstoff sind.

Der **Nosean** ist darin dem Leucit ähnlich, dass er noch vor kurzem als höchst selten galt und nur von spärlichen Fundorten bekannt war, dann aber, nachdem einmal die charakteristische Structur seiner grössern Krystalle erforscht war, an gar vielen Punkten in mikroskopisch kleinen Individuen nachgewiesen wurde. Die folgende Beschreibung dieser höchst eigenthümlichen Mikrostructur-Beschaffenheit, von welcher Worte kaum ein genügendes Bild geben können, knüpft sich zunächst an die typischen grossen Noseane der Gesteine von Olbrück, Rieden und dem Perlerkopf beim Laacher See; sie kehrt in ihren Hauptzügen überall auch bei den winzigsten mikroskopischen Individuen getreu wieder. Die regelmässig begrenzten Noseankrystalle erscheinen je nachdem das Granatoëder durchschnitten ist, im Dünnschliff als (oft in die Länge gezogene) Sechsecke und Vierecke und verhalten sich im frischen Zustande zwischen den Nicols allemal als einfach brechend; oftmals sind zwei, drei oder selbst mehrere Noseane zusammengewachsen.

Die grössern Noseane besitzen gewöhnlich um ein lichteres Innere nach aussen einen dunkelbraunschwarzen oder dunkelbläulichschwarzen impellu-

---

1) Vgl. F. Z. in Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1868. 118; Basaltgesteine S. 77. Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 5.

ciden Rand, der ohne irgendwie einwärts scharfe Grenzen aufzuweisen, doch in der Regel sehr deutlich gegen das Innere abgetrennt ist: es findet zwischen beiden eine rasche und plötzliche Verwaschung statt: mitunter aber zieht sich diese innerliche Verwaschung fast bis in die Mitte der Krystalle hinein. Die dunkle Hülle wird bei manchen aussen noch von einer wasserklaren Zone umsäumt, welche sich im polarisirten Licht vermöge ihrer einfachen Brechung als ebenfalls noch zum Noseankrystall gehörig erweist. Auch bei den kleinern Noseanen pflegt der dunkle Saum vorhanden und in eigenthümlicher Weise bei diesen kaum schmaler als bei den grössern Individuen zu sein (durchschnittlich 0.02 — 0.03 Mm. breit).

Das Innere, sowohl der grössern als der kleinern Noseane ist es nun, welches, wenn auch in verschiedenartiger, dann doch stets charakteristischer Weise ausgebildet erscheint. Sehr häufig stellt dasselbe bei schwacher Vergrösserung eine lichtgelblichgraue oder lichtbläulichgraue, gewissermaassen wie mit Staub erfüllt aussehende Masse dar, aus welcher sich einzelne schwarze Pünktchen herausheben. Namentlich bezeichnend sind aber feine lange gerade und schwarze Striche, gewöhnlich kaum 0.001 Mm. breit, welche sich innerhalb dieser centralen Masse rechtwinkelig durchkreuzen; bisweilen wird zudem das rechtwinkelige Netzwerk der schwarzen Striche noch auf deutliche Weise von andern durchschnitten, welche, wie es scheint, mit jenen Winkel von 30°, 60°, 120° bilden. Besonders in den weniger grossen Noseanen treten diese dunkeln Pünktchen und die dunkeln fadenähnlichen zartern oder gröbern Striche in jeder möglichen Anzahl auf: bald sind der Punkte, namentlich im Centrum des Krystalls so viele, dass ein schwärzlichblaues oder graulichschwarzes, körnerähnliches Haufwerk derselben mit einzelnen dickern vorliegt, aus welchem sich dann, zumal wo es etwas lockerer ist, die noch schwärzern Striche immer gut hervorheben; bald erlangen aber auch die netzförmig einander durchkreuzenden Striche über die dunkeln Pünktchen das Uebergewicht. Ueberaus oft gewahrt man bei den grössern Noseanen in der nach innen verblassenden Zone des äussern schwarzen Randes ebenfalls diese feinen schwarzen Striche aus der Masse dieser Hülle auslaufen, radienartig eine Strecke weit nach dem Innern des Krystalls zu strahlen und immer dünner werdend, dann verschwinden.

An begünstigten Stellen lässt sehr starke Vergrösserung erkennen, dass die schwarzen Fadenstriche nichts anderes sind als Reihen derselben sehr dicht hintereinander in einer geraden Linie gelegenen dunkeln Pünktchen. Ferner bemerkt man sowohl in jener verwaschenen Zone auf der Innenseite als an der nach aussen gekehrten Umgrenzung der dunkeln Noseanhülle ganz offenbar, dass diese selbst nur eine innige Anhäufung derselben Pünktchen ist, wodurch ihre Farbe und Impellucidität erzeugt wird. Dann und wann hat auch namentlich der bläulichschwarze Rand selbst eine ziem-

lich deutlich punktirte Zusammensetzung. Bei sehr starker Vergrösserung will es auch scheinen, dass die lichtbläulichgraue oder lichtgelblichgraue Grundfarbe der centralen Krystallmasse von unendlich feinen derartigen Pünktchen herrühre. Ueber die eigentliche Natur dieser Gebilde gewähren nun die folgenden Beobachtungen einigen Aufschluss.

Da, wo die innere Noseanmasse weniger von den Pünktchen durchsprenkelt und von den Strichen durchzogen ist, finden sich in derselben rundlich-eiförmige Glaseinschlüsse, oft von abweichender Farbe, welche mitunter in sehr beträchtlicher Anzahl eingestreut sind und zu grosser Kleinheit hinabsinken; in einem Noseankrystall von 0.55 Mm. Durchmesser waren in einer Ebene selbst bei schwacher Vergrösserung 17 Glaseinschlüsse erkennbar; sehr häufig haben sie sich reihenartig nebeneinander gruppirt. Ausser den Glaspartikeln gewahrt man in der Noseanmasse leere dunkle Hohlräume und hin und wieder Flüssigkeitseinschlüsse, ausserdem aber noch ausgezeichnet hervortretende fremdartige Krystalle. Diese letztern finden sich insbesondere in den kleinern Noseanen da, wo die oben erwähnten dunkeln Pünktchen und Striche mehr zurücktreten. Es sind schwarze, bald längere bald kürzere Nadeln (grösste beobachtete Länge 0.028 Mm., bei einer Breite von 0.005 Mm.), mitunter an einem Ende keulenförmig verdickt. Beachtenswerth ist es, dass diese Mikrolithen sich niemals wirr durchkreuzen, sondern immer ganz regelmässig angeordnet sind, indem sie, ohne einzeln gegenseitig zum Durchschnitt zu gelangen, parallel gelagert, zwei Systeme bilden, welche auf einander rechtwinkelig stehen. Vereinzelte andere liegen dann dazwischen gestreut, welche, wie es scheint, in strenger Gesetzmässigkeit mit jenen die Winkel von 30°, 60°, 120° bilden. Die Nadeln sind gewöhnlich tief schwarz, scheinen mitunter an den Rändern röthlich oder gelblichbraun durch: stellenweise besitzen sie auch vollkommen gelblichrothe Farbe, oder es kommen solche vor, welche zum Theil schwarz und opak, zum Theil gelblichroth pellucid sind. Neben diesen deutlichen Krystallen liegen auch rundliche oder eiförmige, körnerähnliche, bald grössere, bald kleinere Gebilde von ebenfalls schwarzer oder brauner Farbe und, wie es scheint, von ganz derselben Substanz, da zwischen den winzigen runden Körnchen und den längsten nadelförmigen Krystallen alle Uebergänge vorkommen. Die länglichen Körner besitzen eine solche Lage, dass sie sich mit ihren Längsaxen ganz regelmässig in das Nadelnetz einordnen. Die zusammengruppirten Krystallnadeln bilden mitunter im Innern der Noseandurchschnitte einen schmalen concentrischen, der äussern schwarzen Hülle entsprechenden Ring. Die Natur dieser schwarzen Mikrolithen ist vorläufig unbekannt, sie kommen übrigens in den noseanführenden Gesteinen nicht etwa auch als selbständige Gemengtheile vor, sondern gehören als integrirender Theil blos zum Krystall.

Bei einer Vergrösserung von 700—800 lösen sich an manchen Stellen



der grössern Noseane oder bei einigen Krystallen überhaupt die mehrfach erwähnten dunkeln Pünktchen zum Theil in rundliche oder eiförmige Gebilde auf, welche nahezu sämmtlich, wenigstens alle, die gross genug sind es zu zeigen, ein oder mehrere kleine unbewegliche Kreischen oder innerliche Pünktchen in sich enthalten; es sind dies ohne Zweifel mit Bläschen versehene Glaskörner, die, auch durch Farbe sich auszeichnend, einen deutlichen Uebergang in die oben erwähnten grossen Glaseinschlüsse aufweisen. Hin und wieder waren bei einer Vergrösserung von 750 in einem Gesichtsfeld und in einer Ebene gewiss 200—300 solcher winziger Glaskörnchen in der Noseanmasse zu sehen, und bei der geringsten Drehung der Mikrometerschraube hoben sich wieder unzählige andere tiefer gelegene hervor. Bei solcher Vergrösserung gewahrt man aber auch, stellenweise mit den Glaskügelchen gemengt, stellenweise für sich allein auftretend, schwarze opake Körnchen, welche gerade so aussehen wie bei schwächerer Vergrösserung diejenigen, von denen oben angegeben wurde, dass sie mit den schwarzen Kryställchen in ersichtlichem Zusammenhang stehen. Es scheint demzufolge gewiss zu sein, dass die dunkeln Pünktchen bald Glaskügelchen, bald opake schwarze Körnchen, beide von sehr winzigen Dimensionen sind; möglicherweise ist auch ein kleiner Theil derselben ungeheuer minutiöse Dampfporen; die lichtgelblichgraue oder lichtbläulichgraue Farbe der Noseane wird nach aller Vermuthung entweder durch kleinere Gebilde dieser Art, welche sich der Erkennung entziehen, oder aber durch das Hervorscheinen der in tiefern Schichten gelegenen fremden Körper hervorgebracht. Die erwähnten schwarzen fadenähnlichen Striche sind wohl jedenfalls stets nur eine sehr dichte perlschnurartige Aneinanderreihung der schwarzen Pünktchen, und nur ein unentwirrbares Haufwerk der letztern ist es, wodurch der äussere schwarze Noseanrand erzeugt wird.

Am Burgberg bei Rieden im Laacher See-Gebiet kommen Gesteinspartieen vor, welche anstatt der schwarzen rothe Noseane enthalten; sie besitzen im Durchschnitt eine ziegelrothe Hülle, blassröthliche schmale Mikrolithen in der innern Masse, welche fleckenweise roth gefärbt ist, hin und wieder auch rothe Körnchen. Es ist wahrscheinlich, dass die rothe Farbe hier als ursprünglich und nicht als ein Umwandlungsproduct des sonst auftretenden Schwarz gelten muss.

Bei den grössern Noseanen verläuft mitunter zwischen dem schwarzen Rand und dem centralen Pünktchenhaufwerk eine schmale ganz klare Zone. Die kleinern besitzen oft lediglich eine äussere wasserklare Zone; dann beginnt, indem der schwarze Rand vermisst wird, nach innen zu die Masse graulich zu werden; Pünktchen stellen sich ein, die Striche blicken durch, die Pünktchen nehmen an Zahl zu, und die Mitte bietet ein dichtes Aggregat von Pünktchen und Strichen dar. So, ohne schwarze Hülle, pflegen auch sehr viele Noseane der Phonolithe beschaffen zu sein. Selbst fehlt bis-

weilen jener klare Saum. und der ganze Nosean erscheint als ein nach aussen lockeres Haufwerk von Pünktchen und Strichen oder gar als eine blos stauberfüllte Masse. Bei der letztern Ausbildung muss für die Hexagone eine Verwechslung mit Nephelin vermieden werden: die Noseanquadrate unterscheiden sich von den Nephelinrechtecken gleich durch ihre einfache Brechung.

Uebrigens zeigen die grössern Noseane in ihrem Innern recht häufig keine durchgängig gleiche Mikrostructur: ein und derselbe Krystall besteht hier aus einer lichbläulichgrauen oder lichtgelblichgrauen, bei schwacher Vergrösserung scheinbar homogenen Masse, bietet dort ein Haufwerk dunkler Pünktchen dar, welche bald lockerer, bald dichter zusammengefügt, bald von den schwarzen Strichen durchkreuzt, bald von diesen frei sind, zeigt hier ein netzartiges Gewebe der schwarzen Striche fast ohne dazwischengestreute Pünktchen, dort eine Ansammlung der erwähnten dunkeln Krystallnadeln, dort eine Reihe dickerer und kleinerer Glaseinschlüsse oder leerer Höhlungen. Andererseits umhüllen sich bei den grössern Noseanen ziemlich regelmässig Zonen, welche durch die Anzahl oder die Natur der Structurelemente eine verschiedene Beschaffenheit darbieten: einen solchen versucht Fig. 55, soweit dies möglich ist, wiederzugeben.



Fig. 55.

Dressel hat durch Versuche dargethan, dass farblose, hell- und dunkelbraune Noseane nach dem Glühen eine blaue Farbe gewinnen, ohne deshalb zu Hauyn zu werden. Er ist mit Rücksicht auf die Erfahrungen bei der künstlichen Ultramarinbereitung geneigt, diesen Vorgang durch einen mehreremal nachgewiesenen Gehalt des Noseans an Schwefelnatrium zu erklären, welches sich dabei in Mehrfach-Schwefelnatrium und unterschwefligsaures Natron umgewandelt habe [1].

Die in der Umwandlung begriffenen Noseane stellen gewöhnlich eine schmutziggraulichgelbe Masse von sechseckiger oder viereckiger Umgrenzung dar, deren Ränder oft nach aussen einigermaassen verwaschen, oft aber auch noch unvermuthet scharf sind. Häufig verläuft aussen ein lichtgelblicher Rand, dann folgt nach innen eine dunkelgraue Zone, während das Centrum lichter grau ist und darin bald das Pünktchenhaufwerk, die Strichnetze oder die schwarzen Kryställchen noch zu sehen, bald diese Gebilde ebenfalls schon der Zersetzung zum Opfer gefallen sind. An den Noseanen von Olbrück lässt sich sehr deutlich verfolgen, welches Schicksal die aus-

[1]) Neues Jahrb. f. Mineralogie 1870. 565.

sere schwarze Hülle erleidet: dieselbe zerbröckelt dabei förmlich, indem die Verwitterung in sie eindringend auflockernd wirkt; sie besteht dann aus einzelnen, von einander getrennten, gliedartig neben einander gelegenen, im Innern noch dunkeln, aussen schon ganz lichtschmutzig verwaschenen Fetzen und löst sich zuletzt, eine sehr wechselnde Breite erlangend, ganz allmählig nach aussen und nach innen in eine unreine graue oder gelbe, bald faserige, bald körnige Masse auf. Bei sehr fortgeschrittener Umwandlung wird die vormalige Noseanmasse stellenweise oder durch und durch excentrisch verworren- oder eisblumenähnlich strahlig. Im Beginn dieser Processe hat der Nosean gewöhnlich noch sein einfaches Brechungsvermögen bewahrt, und solche Sechsecke und Vierecke erscheinen bei parallelen Nicols licht, bei gekreuzten total dunkel; in weitern Stadien der Zersetzung, namentlich wenn die Fasern sich zu bilden anfangen, brechen solche Durchschnitte aber das Licht doppelt und liefern bei gekreuzten Nicols ein hübsches, oft mosaikartig verschieden gefärbtes Bild von faseriger Aggregatpolarisation. In seinem vollkommen verwitterten Zustande würde man den Nosean wohl kaum mehr als solchen erkennen, wenn man nicht eben diese Entwicklung durch die ganze Reihe der Uebergangsglieder verfolgen könnte. Im Allgemeinen unterliegt der Nosean noch weit rascher und vollkommener der Zersetzung als der Nephelin, was da offenbar hervortritt, wo beide neben einander vorkommen.

Die mikroskopische Untersuchung der Phonolithe hat den früher so seltenen Nosean als einen ganz gewöhnlichen Gemengtheil fast aller derselben kennen gelehrt: in den Phonolithen aus der Lausitz, aus dem nördlichen Böhmen, der Rhön, Centralfrankreich ist dieses Mineral in Dünnschliffen, in denen es jedenfalls besser als in Handstücken hervortritt, nur selten mit freiem Auge oder der Loupe wahrnehmbar, u. d. M. dagegen vortrefflich durch seine charakteristische Mikrostructur gekennzeichnet, zu beobachten[1]. Auch in Basalten hat man ihn stellenweise reichlich gefunden, hier mit durchaus derselben Mikrostructur ausgestattet[2].

Die Mikrostructur des **Hauyns** lässt sich am besten an den makroskopischen feststellen, welche in dem sog. Hauynophyr vom Vultur bei Melfi vorkommen, und bei welchen auch die Ursache der verschiedenen Färbung ermittelt werden kann.[3] Im Innern derselben bemerkt man, sie mögen eine Farbe haben, welche sie wollen, vor allem Gasporen und Glaseinschlüsse. Die leeren, dunkelumrandeten Dampfporen erreichen bis zu 0.036 Mm. Durchmesser, hin und wieder sind sie ziemlich scharf sechsseitig oder

[1] Vgl. darüber und über die geschilderte Mikrostructur F. Z. in Poggendorff's Annal. CXXXI. 312.

[2] Bořický in Sitzungsber. d. k. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. 19. April 1871.

[3] F. Z., Neues Jahrb. f. Mineral. 1870. 818.

viereckig, stellen also negative Rhombendodekaëder dar, ähnlich den dihexaëdrischen Hohlräumen in Bergkrystallen; stellenweise liegen kleine Hohlkügelchen ungeheuer dicht gedrängt (vgl. S. 85). Die Glaseinschlüsse von lichtgrauer oder blassbräunlicher Farbe sind immer an solche Dampfporen geheftet, umgeben dieselben gänzlich ringsum, sitzen aber auch nur seitlich als kleine glasige Halbmonde daran. Dampfporen und Glaseinschlüsse sinken zur grössten Kleinheit hinab. Jene ungeheuer winzigen punktgleichen Gebilde, welche hier dichter, dort lockerer das Innere aller Hauyne wie mit Staub erfüllt aussehen lassen, sind auch hier, wie alle Dimensionsübergänge darthun, nichts anderes als jene beiden Elemente; es scheint aber, dass diese Punkte zum grössten Theil von Dampfporen herrühren. Nur eine höchst innige Anhäufung solcher mikroskopischer Punkte ist auch der dunkle Rand, welcher so viele Hauyne aussen umgibt und nach innen verwaschen zu sein pflegt; andere Hauyne entbehren hier dieses Randes, sind aber doch im Innern staubig. Schwarze Striche, welche sich vielfach rechtwinkelig durchkreuzen, werden wie bei den Noseanen des Laacher Sees durch eine sehr dichte, lineare Aneinanderreihung dunkler und dabei etwas grösserer Punkte hervorgebracht, gerade wie auch dickere Dampfporen perlschnurartig neben einandergefügt sind.

Die eigentliche Hauynsubstanz ist hier entweder farblos (auch lichtgraulichgelb) oder blau. Unabhängig von letzterer Farbe erscheint ein eigenthümlicher, matt bläulichgrauer Ton, der der Hauynsubstanz vermuthlich durch das Eingestreutsein jener punkt- und staubähnlichen Gebilde mitgetheilt wird. Die eigentliche blaue Farbe ist selbst in sehr dünnen Schliffen lebhaft blass berlinerblau und tritt anscheinend besonders bei denjenigen Hauynen auf, welche keinen Rand besitzen. Sehr häufig betheiligen sich an einem und demselben Individuum blaue und farblose Substanz zusammen und zwar entweder ganz unregelmässig fleckenweise wechselnd, so dass die Vertheilung der blauen Farbe nicht mit dem Umriss des Hauyns übereinstimmt, oder indem ein blauer Kern von einer bald farblosen, bald lichtgraulichgelben Zone umgeben wird, oder, indem der Kern farblos ist, darum sich eine blaue und dann wieder eine farblose Schicht legt; scharfe Grenzen zwischen ungefärbt und blau gibt es aber auch hier durchaus nicht, beides ist, wenn auch rasch, in einander verwaschen. Die schwarzen Punktreihen und Strichnetze gehen ungestört durch die farblosen und blauen Partieen hindurch; nur eine optische Wirkung ist es wohl, wenn es scheint, als ob längs der Strichreihen das Blau intensiver wäre. Während das Blau der Hauyne ursprünglich ist, stellt sich die rothe Farbe derselben, wie die Durchschnitte ergeben, als secundär dar. Sie wird erzeugt durch gelbrothe, morgenrothe und blutrothe lappenartige oder dendritische Lamellen von grosser Dünne, welche meistentheils ersichtlich auf Sprüngen eingedrungen sind, überhaupt erst später sich in den Hauynen angesiedelt haben:



namentlich in dem äussern Theile derselben finden sie sich oft sehr gehäuft. Sie sitzen ganz gleichmässig sowohl in den blauen als den farblosen Hauynpartieen, und ihre Gegenwart hat mit dieser Farbenverschiedenheit nichts zu thun. Dass diese zerlappten, unregelmässig begrenzten Lamellen dem Eisenoxyd angehören, ist nach ihrem ganzen Aussehen und der Analogie mit andern Vorkommnissen nicht fraglich. In den an dendritischem rothem Eisenoxyd reichen Hauynen sind die Hohlkügelchen der Dampfporen auch mitunter roth, so dass es scheint, als ob eine eisenockerhaltige Lösung in dieselben infiltrirt sei. Braun sind namentlich diejenigen Hauyne, deren blaue Substanz stark mit Eisenoxyd imprägnirt ist. Die lichtgraue Farbe scheint auf zweifachem Wege zu entstehen: einmal dadurch, dass an sich farblose Hauyne ungemein stark mit jenen, dunklem Staub ähnlichen Dampfporen und Glaskörnchen erfüllt sind, sodann durch eine beginnende moleculare Umwandlung, wobei die ursprünglich klare Masse trübe und förmlich blind wird, ohne dass jedoch das zweite Stadium der Metamorphose, eine eigentliche Faserbildung, schon erfolgt wäre.

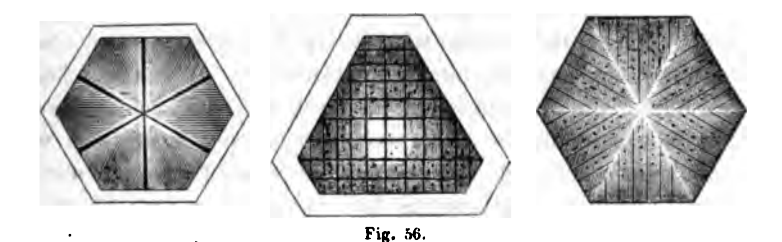


Fig. 56.

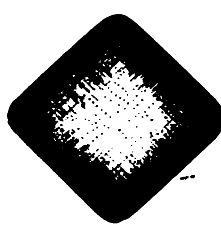
Sehr zierlich ist die Structur mancher Hauyne (Fig. 56), welche als mikroskopische Gemengtheile von Basalten auftreten und von H. Möhl untersucht wurden. [1]) Die Hauyne haben theils (Neudorf bei Annaberg) einen sehr scharf und regelmässig sechsseitigen Durchschnitt, durchzogen von einem auf die Mitte der Seiten gesetzten sechstheiligen Axenstern einfacher Linien (wohl sehr dicht gedrängte Körnchen) und erfüllt mit bläulichen Körnchen, welche gegen den Mittelpunkt und gegen die sechs Linien lichter gesäet sind, theils einen dreiseitigen mit abgestumpften Ecken, theils einen quadratischen. In letztern beiden treten die in der Diagonalrichtung verlaufenden, sich rechtwinkelig kreuzenden Strichnetze sehr deutlich hervor. Aeusserlich zieht eine scharfe, klare, zum Krystall gehörige Zone einher. Andere Hauyne (Basalt von Brambach zwischen Eger und Adorf) entbehren dieser pelluciden Hülle, und von dem schwarzen, zart aber rasch verwaschenen Rande aus stehen die Striche und Punktreihen bei den sechs-

---

1) Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 79.

seitigen Durchschnitten senkrecht zu den sechs Kanten; bei den quadratischen haben sie entweder nur eine Richtung oder kreuzen sich rechtwinkelig.

Die Hauyne der basaltischen Laven aus der Umgegend des Laacher Sees und der Eifel besitzen gewöhnlich aussen einen recht breiten dunkelschwarzen Rand, welcher nach innen zu allmählig in einen lichten Kern übergeht; diese innerliche Verwaschung zieht sich mitunter bis zur Mitte des Krystalls hinein, bisweilen ist der Rand so breit, dass kleinere, nicht durchschliffene Hauyne im Centrum völlig opak bleiben. Bei den grössern stellt das Innere eine himmelblaue oder licht bläulichgraue Masse dar, welche entweder rein und klar, oder durchzogen ist von einem Netzwerk rechtwinkelig sich durchkreuzender feiher schwarzer Striche und linienförmig aneinandergereihter schwarzer Pünktchen (Fig. 57). Diese schwarzen durch das Innere gesponnenen Fäden laufen von dem dunklen Hauynrand aus, und letzterer ist hier gleichfalls nur ein überaus dichtes und inniges Haufwerk derselben schwarzen Pünktchen, welche auch die Striche bilden[1].


Fig. 57.

Mit den Noseanen theilen die Hauyne die Eigenthümlichkeit, zu nicht allzugrosser mikroskopischer Kleinheit hinabzusinken. Wenn nun auch für Nosean und Hauyn die Krystallgestalt identisch ist, und nach obigem die merkwürdige Mikrostructur die allergrössten, anderswo kaum sich wiederfindenden Analogieen aufweist, ferner auch die blaue Farbe für den Hauyn nicht als charakteristisch gelten kann (S. 160), so scheinen doch die constanten und erheblichen chemischen Differenzen eine engere Vereinigung beider Mineralien zu verbieten: der Kieselsäuregehalt ist im Hauyn stets höher als im Nosean, welcher umgekehrt alkalienreicher ist, der Kalkgehalt beträgt im Hauyn 10—12, im Nosean nur 1—4 pCt.: die Schwefelsäuremenge, im Hauyn ziemlich übereinstimmend 11—13 pCt., schwankt im Nosean fast immer um 7 pCt. herum.

Der Sodalith aus Grönland, welcher mit Eudialyt, Arfvedsonit und Feldspath verwachsen vorkommt, zeigt nach Fischer in einer durchsichtigen, nicht polarisirenden Grundmasse eine grosse Anzahl bläulicher Mikrolithen und vereinzelte grössere blaugrüne längere oder kürzere Kryställchen, welche sich bei gekreuzten Nicols deutlich abgrenzen: gerade und gekrümmte Schichten von runden Poren ziehen hindurch. Keine Mikrolithen, aber viele langgezogene schweifähnliche Poren enthält der pflaumenblaue Sodalith von Brevig in Norwegen, der dazu reichlich mit Feldspath durchwachsen ist. In dem lasurblauen Sodalith von Miask in Sibirien treten in der einfach brechenden Substanz einzelne eingewachsene farblose Körner chromatisch polarisirend hervor (a. 38).

[1] F. Z. Basaltgesteine 80.

Die blaue Farbe des Lasursteins leitete Nils Nordenskjöld[1]) von einem dem an sich farblosen Mineral interponirten Pigment her. Fischer hat sich später vielfach mit diesem Mineral beschäftigt, ohne indess zu recht sichern Resultaten zu gelangen. Die Dünnschliffe der verschiedensten nicht krystallisirten Vorkommnisse zeigten ihm eine ganz selbständige blaue einfachbrechende Substanz, körnig verwachsen mit blauen polarisirenden Partikeln, ferner mit Kalkspath und noch mit andern (nicht durch Essigsäure entfernbaren) von letztern zwischen den Nicols wohl zu unterscheidenden Substanzen (a. 41). —

Die von derbem Lasurstein angefertigten Präparate erweisen u. d. M. im gewöhnlichen Licht ein körniges Gemenge von einerseits farblosen, andererseits intensiv blau gefärbten Partikeln. Wendet man polarisirtes Licht an, so ergibt es sich, dass nur ein Theil der blauen Durchschnitte bei gekreuzten Nicols wirklich dunkel wird, während ein anderer Theil, indessen ohne seine Farbe zu ändern, völlig hell bleibt; seltsamerweise unterscheiden sich diese einfachbrechenden und doppelbrechenden blauen Partikel nicht im mindesten durch Form oder Ansehen der Substanz; nur scheint es, dass die zusammenhängendern Theile derselben in der Regel eher dunkel werden. Die im gewöhnlichen Licht farblose Materie im Lasurstein bricht allerorts doppelt und gehört wohl der Hauptsache nach dem Kalkspath an. Auch diese Untersuchungen, welche mit denen Fischers übereinstimmen, verschaffen also noch wenig Klarheit über die eigentliche Natur der blauen Mineralsubstanz.

Die rosenrothe Färbung des Cancrinits von Miask am Ural rührt nach Kenngott von interponirten mikroskopischen lamellaren durchsichtigen Kryställchen von Hämatit (Eisenoxyd) her, welche oft regelmässig ausgebildete oder etwas verzogene hexagonale Tafeln oder Blättchen unbestimmter Form darstellen und meist karminroth oder blutroth, seltener schwärzlich sind. Ausserdem bemerke man zahlreiche lineare „Krystalloide" von weisser Farbe, welche fast durchgehends unter einander parallel gestellt sind und bei ihrer Menge auf die Analyse des Cancrinits nicht ohne Einfluss bleiben können. Das Vorhandensein fremdartiger eingewachsener Substanz zeigte auch die glatte Oberfläche eines Spaltungsstücks, welches nach kurzem Aufenthalt in verdünnter Salzsäure die Einwirkung derselben nur in einzelnen Linien erkennen liess, während die übrige Fläche noch glatt war. „Weit entfernt, den Kohlensäuregehalt des Cancrinits durch interponirte Krystalloide kohlensaurer Kalkerde erklären zu wollen, halte ich es für wichtig, auf die zahlreich eingebetteten Krystalloide aufmerksam zu machen."[2]). Nach Fischer ist der Cancrinit eine nicht homogene Substanz,

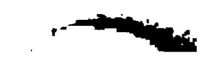
[1]) Bull. des natural. d. Moscou. 1857. 218.
[2]) Sitzungsber. d. Wiener Akad. X. 1853. 290.



hervorgegangen aus sich zersetzendem Nephelin. In einem Dünnschliff von Miask gewahrte er einzelne sehr durchsichtige, farblose Stellen, welche einheitliche Polarisation und zwar in buntesten Farben zeigen (Nephelin); diese liegen eingebettet in einer farblosen Masse mit Aggregatpolarisation unter Verhältnissen des vielfachsten Ineinandergreifens, so dass man wohl unzweifelhaft an ein Hervorgehen der letztern aus dem Nephelin denken darf. Dazwischen erscheinen dann noch vereinzelt farblose Blätter, welche höchst wahrscheinlich Kalkspath darstellen, obschon sie der Spaltungssprünge entbehren (b. 59.)

Die von Kenngott beobachteten zierlichen Eisenglanztäfelchen sind in einigen Cancrinit-Präparaten sogar schon makroskopisch zu sehen. Ausser ihnen fallen auch dem blossen Auge in der farblosen Mineralmasse bis 2 Mm. lange parallel gestellte schwarze Striche auf, welche u. d. M. völlig opake keulenförmige Gebilde mit unregelmässig verlaufenden Seitenrändern liefern, an welche wohl grünliche Körner und Nadeln geheftet sind, Körper, wie sie ähnlich im Labradorit vorkommen. Diese neuerdings untersuchten Cancrinite erwiesen allerdings nichts von der durch Fischer beschriebenen Aggregatpolarisation, gleichfalls nicht, weder im gewöhnlichen noch im polarisirten Licht, die farblosen heterogenen Blätter. Aber von den Sprüngen des Minerals aus ziehen beiderseits unzählige farblose fremde Strahlen von Nadelgestalt, wie Zähne eines Kammes streng parallel neben einander postirt, in die klare Hauptmasse hinein. Vermuthlich gehören dieselben einem Umwandlungsproduct an und sind die von Kenngott erwähnten linearen Krystalloide; mit Kalkspath haben sie indessen entschieden nichts gemein. Reihen von zahlreichen, sehr unregelmässig und verzerrt gestalteten Flüssigkeitseinschlüssen liegen so in der Nähe der Sprünge, dass es scheint, als ob diese vorwiegend jenen gefolgt seien. In den geprüften Cancriniten ist kohlensaurer Kalk als solcher nicht vorhanden, da die Annahme wohl nicht gestattet sein kann, dass jenes faserig-nadelförmige Product dem Aragonit angehört.

Der Ittnerit von Oberbergen am Kaiserstuhl liefert im Dünnschliff eine wasserklare, nicht polarisirende Grundsubstanz, die indessen längs zahlreicher Sprünge getrübt erscheint, womit sich aber noch immer keine Polarisation verknüpft. Makroskopisch ist das Mineral mit fast gar nicht dichroitischem gelbbraunem und grünem Augit (nicht Hornblende, wie Fischer angibt) verwachsen, und diesem gehören wohl auch ohne Zweifel die bis zu den winzigsten Stachelchen herabsinkenden blassgrünen Mikrolithen und die lichtbräunlichen rundlichen Körnchen an, welche kräftig polarisirend den Ittnerit in sehr grosser Anzahl durchsprenkeln. Ausserdem schwarze impellucide Körnchen und Reihen von kugeligen leeren Poren. Hier und da treten noch farblose längliche prismatische Individuen mit lebhafter Polarisation hervor, von welchen Fischer (a. 36) die Ansicht aus-



spricht, dass sie dem Gyps angehören, da man, wie schon Gmelin wusste, mit heissem Wasser aus dem Ittneritpulver schwefelsauren Kalk ausziehen kann. Dass auf Grund der zahlreichen fremden Interpositionen und der begonnenen Umwandlung die Analysen des Minerals etwas schwankend ausfallen müssen, ist leicht erklärlich: dasselbe aber für ein Zersetzungsproduct des Noseans zu halten, wie Rammelsberg aus chemischen Gründen vermuthet, scheint in Anbetracht der vorliegenden frisch isotropen Ittneritsubstanz, welche in der Mikrostructur mit Nosean nichts gemein hat, kaum gestattet zu sein.

Zeolithe. Für diejenigen Chabasite, welche eine den Normalgehalt um 3—4 pCt. übersteigende Kieselsäuremenge besitzen, hat man die Vermuthung aufgestellt[1], dass sie freie Kieselsäure in Form des mit Chabasit isomorphen Quarzes mikroskopisch interponirt enthielten. Doch hat eine genaue Untersuchung zahlreicher Vorkommnisse für sämmtliche derselben völlig reine Substanz ergeben, in welcher ebenfalls liquide Einschlüsse durchaus vermisst wurden.

Einen Heulandit (Stilbit) von den Färöer fand Rosenbusch im Schliff mit einer Unzahl mikroskopischer Quarzkrystalle erfüllt, welche in sehr zierlicher Ausbildung das vorwaltende Prisma mit der Pyramide erkennen liessen, wodurch im polarisirten Licht ein höchst farbenprächtiges Bild erzeugt wird; er ist geneigt, diese Thatsache mit der Angabe in Zusammenhang zu bringen, dass der Heulandit bei Behandlung mit Salzsäure die Kieselsäure in Form eines schleimigen Pulvers abscheidet[2].

Dünne, durch die vortreffliche Spaltbarkeit leicht absprengbare Blättchen des rothen Heulandits aus dem tyroler Fassathal erweisen u. d. M., dass das Mineral auch hier an sich farblos und durchsichtig ist, und die Farbe von eingelagertem Pigment herrührt. Innerhalb der Stilbitmasse gewahrt man runde oder unregelmässig gestaltete röthlich-gelbe Flecken, wovon die grössern an ihrem Rande dunkler erscheinen. Stellenweise sind diese Flecken kleinkörnig zusammengesetzt oder die grössern derselben besitzen einen gekörnten dunkeln Saum und in der Mitte eine gleichfarbige Schicht von blasserm Gelb, welche hin und wieder durch Eintrocknen Risse erhielt, zwischen denen die farblose Stilbitsubstanz zum Vorschein kommt. Oder kleine dunkle Körnchen bilden schnürenförmige Reihen, welche zu grössern unregelmässig gestalteten Flecken zusammengruppirt sind, in deren Innerm das farblose Mineral hervortritt. Daneben zeigen sich auch viele kleine, kürzere oder längere orangegelbe nadelförmige Kryställchen, die ordnungslos nebeneinander liegen oder bisweilen sternähnlich zusammengefügt sind. Aus diesen von Kenngott angestellten durchaus richtigen Be-

1) Johnston, Lond. and Edinb. phil. magaz. IX. 266.

2) Neues Jahrb. f. Mineralogie 1872. 52. Blum beobachtete dasselbe schon makroskopisch.

obachtungen geht hervor, dass das Pigment des Stilbits ein krystallinisches Mineral ist, welches mehr oder weniger krystallisirt oder krystallinisch ausfiel, je nachdem es der Raum und Fortschritt der Krystallisation des Stilbits gestattete. Bei unvollkommener Ausbildung stellt dasselbe nur gelbe Häutchen oder Blättchen dar, an welchen wenigstens der dickere Rand körnig zu werden beginnt. Die ziegelrothe bis blutrothe Färbung des Stilbits ist die Folge von der Menge des eingelagerten Pigments, welches an sich nicht roth, sondern nur orange- oder ockergelb ist. Kenngott hält es für wahrscheinlich, dass diese Substanz Eisenoxydhydrat sei, und glaubt sie eher als Pyrrhosiderit (Göthit), denn als Limonit (Brauneisenstein) deuten zu sollen, da der rothe Ton der Färbung im Ganzen mehr für erstern spreche [1]; nach manchfacher Analogie liegt es wohl noch näher, an wasserfreies Eisenoxyd (Rotheisenstein) zu denken.

Bezüglich der Mikrostructur des Palagonits vgl. den Palagonittuff unter den Gesteinen.

Hornblende. (Amphibol.) Die Durchschnittsfiguren, welche die wohlkrystallisirten Hornblendeindividuen der Gesteine liefern, sind je nach der Richtung des Schliffs sehr abweichend gestaltet, diejenigen der unregelmässig oder verzerrt ausgebildeten selbstredend noch verschiedenartiger contourirt; etwas Allgemeines lässt sich daher in dieser Hinsicht nicht feststellen. Eine der Hauptaufgaben der Mikropetrographie ist es, Hornblende von Augit (auch von Diallag, Bronzit und Hypersthen) zu unterscheiden. Ebensowenig wie die Umrisse in dieser Hinsicht zu orientiren vermögen, kann die Farbe ein Merkmal abgeben, da sowohl unzweifelhafte makroskopische Hornblendekrystalle als eben solche Augitkrystalle im Durchschnitt bald bräunlich, bald grünlich werden, so z. B. die Hornblende der Syenite und Basalte vorzugsweise braun, die der Phonolithe vorwiegend grünlich, der Augit der Leucitophyre auch meist grünlich, der der Basalte bräunlich.

Sehr häufig ist die im Dünnschliff ziemlich pellucid ausfallende Hornblende vermöge ihrer leichtern Spaltbarkeit durch zahlreiche und gerade verlaufende Sprünge, welche parallel der krystallographischen Hauptaxe gehen, charakterisirt, eine Erscheinung, welche sich mitunter zur förmlichen Faserung steigert. Doch reicht dieses Kennzeichen in den meisten Fällen keineswegs vollkommen aus, schon deshalb nicht, weil auch der Diallag ein ähnliches Durchzogensein von Rissen aufweist. G. Tschermak verdanken wir ein anderes Unterscheidungsmerkmal, welches vorzügliche Dienste zu leisten pflegt, namentlich wo nicht allzu dunkel gefärbte Individuen vorliegen [2]. Es gründet sich auf den starken Dichroismus der Hornblende

---

1) Schriften der naturf. Gesellsch. in Zürich IV. 397.

2) Sitzungsber. d. Wien. Akad. LIX. (I). 1869. S. 1 (13. Mai 1869).

gegenüber dem Augit. Setzt man eine dichroskopische Loupe auf das Ocular und dreht alsdann, nachdem der zu untersuchende Krystalldurchschnitt wieder eingestellt ist, das Dichroskop, bis der Unterschied der beiden Bilder das Maximum erreicht, so bemerkt man bei den Hornblenden, welche Lage immer sie im Dünnschliff einnehmen mögen, zwei stark verschieden gefärbte Bilder, während die Augite (Diallage und Bronzite) nur wenig in der Farbe von einander abweichende Bilder liefern. Um indessen das Dichroskop sowie die abermalige Einstellung des Mikroskops zu ersparen und zugleich ein grösseres Gesichtsfeld zu gewinnen, kann man auch den einen unter dem Tische des Mikroskops befindlichen Nicol drehen, wobei der obere Nicol ganz weggelassen wird; dadurch werden die beiden Farbentöne, welche bei Anwendung des Dichroskops neben einander liegen, nach einander hervorgerufen. Man könnte auch die Erscheinungen des Dichroismus durch den einen auf das Ocular gesetzten Nicol prüfen, jedoch ist die Benutzung des untern vorzuziehen, weil bei Anwendung des obern z. B. bei ganz blass gefärbten Medien Spuren von chromatischer Polarisation sich geltend machen. Je mehr der Krystalldurchschnitt der Symmetrieebene parallel geht, desto auffallender zeigt sich der Dichroismus. Man thut wohl, die Beobachtungen an einem nicht allzudünnen Schliff vorzunehmen, weil sonst die chromatischen Differenzen vielleicht zu wenig deutlich auftreten. Bei der gemeinen Hornblende ist der Unterschied der Farbentöne bisweilen nicht so stark wie bei der sog. basaltischen Hornblende, welche z. B. gewöhnlich tief Rothbraun neben blass Gelbroth liefert, immer aber bedeutend stärker als beim Augit, welcher beim Drehen des Nicols seine Farbe fast gar nicht ändert.

Blassgrüne Hornblende zeigt übrigens mitunter recht schwachen Dichroismus; bei dichroskopischer Untersuchung wäre es also wohl möglich, eine lichtgrüne Hornblende fälschlich als Augit zu deuten, während man wohl niemals Gefahr laufen wird, einen wirklichen Augit für Hornblende zu halten.

Abgesprengte Spaltblättchen von Hornblende zeigen, im verbesserten Nörrenberg'schen Polarisationsapparat geprüft, ein Axenbild; geht die Spaltungskante einem der Nicol-Hauptschnitte parallel, so liegt das Axenbild ausserhalb des Hauptschnittes (während das Axenbild bei Diallagblättchen in solchem Falle im Hauptschnitt liegt; Blättchen von Bronzit und Hypersthen ergeben gar keine Axenbilder).

Die Durchschnitte sowohl der grössern als der kleinern frischen Hornblende-Individuen sind gewöhnlich recht scharfrandig begrenzt. Von dem häufig zu beobachtenden schaalenförmigen Zonenaufbau war schon früher die Rede (S. 32); namentlich ausgezeichnet besitzen ihn viele Hornblenden der Phonolithe und wie Tschermak berichtet (Mineralogische Mittheilungen 1872. I. 39), die Hornblendekrystalle vom Vesuv mit dunkeln Kernen und

abwechselnd hell und dunkel gefärbten Anwachsschichten. Auf eine mehrfach repetirte Zwillingsverwachsung deutet die in ähnlicher Weise beim Augit vorkommende Erscheinung, dass der Durchschnitt einer im Umriss als einfaches Individuum gestalteten Hornblendesäule sich im polarisirten Licht als der Länge nach aus parallelen, abwechselnd breitern und schmälern schön verschiedenfarbigen und scharf abgegrenzten Streifen zusammengesetzt erweist.

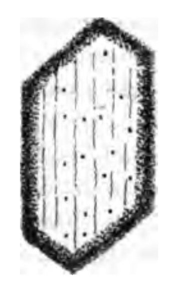
Die kleinern Hornblendesäulen sind, insbesondere in den Phonolithen oftmals Aggregate parallel gelagerter dünner Stengel oder länglicher Mikrolithen (S. 34) und dadurch an den Enden mitunter ausgefranzt und an den Seitenrändern nicht allemal geradlinig begrenzt. Bisweilen läuft auch eine breitere einfache Hornblendesäule an ihren Enden in schmälere gleich oder ungleich lange Fasern aus, welche wie Zinken einer Gabel erscheinen. Hin und wieder sind es auch Hornblende k ö r n c h e n, welche zu mehrern nebeneinander und zahlreich hintereinander sich zu einem länglich säulenförmigen, krystallähnlichen Haufwerk zusammengruppiren. Selbst grössere wohlbegrenzte und scheinbar einfache Hornblendekrystalle zeigen sich im polarisirten Licht als förmlich mosaikartig aus einzelnen kleinen, wie es scheint, gänzlich unregelmässig mit einander verwachsenen verkrüppelten Individuen zusammengeschweisst.

Im Allgemeinen scheint es die Hornblende mehr als der Augit zu lieben, in Mikrolithengestalt, in Form sehr winziger nadelförmiger Gebilde aufzutreten. Sind dieselben sehr dünn und schmal, so tritt ihre meistens grüne Farbe oft nur ungemein blass hervor, und sie sehen, wie z. B. viele in den Glasgesteinen, fast ganz farblos aus. Mitunter entstehen zierliche Gruppen von zahlreichen solcher strahligen dickern oder dünnern Nadeln, welche einander durchwachsen oder von einem Punkt aus nach verschiedenen Richtungen auslaufen und dazu noch wohl an ihren Enden in feine Spitzen ausgezogen oder zerfasert sind. Nebenbei erscheint die Hornblende noch in manchen Gesteinen in Form von rundlichen oder etwas regellos ausgebuchteten dünnen Lappen und Lamellen, sowie in Gestalt von ovalen oder plattgedrückten tropfenähnlichen Körnern.

Die grössern und kleinern Hornblendesäulen der Gesteine pflegen an verschiedenen fremden mikroskopischen Einwachsungen reich zu sein. So enthalten sie je nach deren abweichendem petrographischem Charakter Apatit, Nephelin, Feldspath, Nosean, Leucit, Quarz u. s. w. in sich eingeschlossen. Namentlich häufig aber gewahrt man darin dickere und kleinere Magneteisenkörner bald unregelmässig, bald parallel dem etwaigen Schichtenaufbau eingelagert. Sodann sind insbesondere noch die Glaseinschlüsse zu erwähnen, welche in den Hornblenden der Trachyte, Pechsteine und anderer Glasgesteine, Phonolithe, Basalte u. s. w. nur selten vermisst und davon gewöhnlich in grosser Anzahl eingehüllt werden. Die Hornblenden der Syenite

und Diorite enthalten wohl schwärzliche bei grosser Dünne bräunlich durchscheinende Nädelchen, Stäbchen (und Täfelchen), welche mit ihrer Längsaxe alsdann in der Regel parallel lagern; es scheinen ähnliche Gebilde zu sein, wie sie der Labradorit und Hypersthen beherbergt. Seltsamerweise liegt bis jetzt noch keine Beobachtung vor, dass eine Hornblende Flüssigkeitseinschlüsse enthalten hätte, obschon der begleitende Quarz z. B. der Syenite zahlreiche derselben aufweist und sie bei der Pellucidität der Substanz sehr gut hervortreten würden. Die Hornblende älterer Gesteine (Diorite, Syenite) ist übrigens an fremden eingehüllten mikroskopischen Gebilden entschieden ärmer als diejenige jüngerer Felsarten (Trachyte, Phonolithe, Andesite, Basalte).

Eigenthümlich ist der schwarze Rand, welcher so häufig die gelbbraunen, von parallelen Sprüngen durchzogenen Hornblendedurchschnitte der Basalte und Basaltlaven allseitig umgibt und sich nach innen und nach aussen in einzelne schwarze Körnchen auflöst; letztere stimmen mit den auch isolirt im Gesteinsgewebe liegenden Körnchen von Magneteisen (und Titaneisen) dem äussern Ansehen nach vollkommen überein. Die eigentliche Hornblendesubstanz wird gleichfalls oft noch von zahlreichen derselben Körner punktweise durchsprenkelt (Fig. 58). Das Verhältniss des dunkeln Randes zu der innern Hornblende ist sehr wechselnd, der erstere nimmt mitunter so zu und ist so stark ausgebildet, dass im Innern nur ein zurücktretendes ganz kleines Fleckchen Hornblende erscheint, wobei der umgebende dicke Rand dennoch genau die Umrisse zeigt wie die ganz schmal umrandete Hornblende; das Ueberwiegen des schwarzen Randes über die innerliche Hornblende ist hier keineswegs etwa blos scheinbar[1]. An eine Pseudomorphose von Magneteisen nach Hornblende kann wegen der Frischheit der Gesteine und der Unversehrtheit selbst ihrer leicht zersetzbaren Gemengtheile wohl gewiss nicht gedacht werden; eher noch wäre zu vermuthen, dass — etwa vergleichbar mit dem sog. krystallisirten Sandstein von Fontainebleau — die Krystallisationstendenz der Hornblende noch auf die an ihrer Oberfläche abgesetzten Magneteisenkörner eingewirkt habe, wenn auch die Masse der letztern die der Hornblende übertraf.


Fig. 58.

Die Hornblendekrystalle im leucitführenden Basalt von Kostenblatt in Böhmen ergeben makroskopische Durchschnitte, welche von einem schwarzen Rande eingefasst, innen bräunlichgelb sind. U. d. M. besteht die

[1]) F. Z., Basaltgesteine S. 75, wo auch weitere Abbildungen dieser schwierig zu deutenden Gebilde gegeben sind.



dunkle Rinde aus einer Unzahl breiter prismatischer Krystalle von tiefbrauner Farbe (bis zu 0.25 Mm. lang), welche in einer farblosen Substanz eingebettet liegen und nach verschiedenen Richtungen neben einander gedrängt, spiessig nach dem Innern gerichtet sind, wo sie sich allmählig in die reine centrale Krystallmasse verlieren.

Arfvedsonit aus Grönland, der mit Eudialyt verwachsen war, enthielt u. d. M. farblose chromatisch polarisirende Partikel von Feldspath eingeschlossen; mit einem Nicol geprüft, zeigte er starken Dichroismus; aus dem Pulver zieht der Magnetstab einen deutlichen, wenn auch ganz schwachen Bart aus (Fischer b. 6). Jedenfalls muss also wenigstens ein Theil des Eisenoxyduls und Eisenoxyds der Analysen von der Arfvedsonit-Zusammensetzung getrennt und als mechanisch eingemengtes Magneteisen aufgefasst werden.

Anthophyllit von Kongsberg besteht nach Fischer aus langstreifigen nelkenbraunen, spärlichern grasgrünen zartgestreiften und vereinzelten lichtgrüngelben Blättern in engster Verwachsung, durchsprenkelt von ziemlich zahlreichen Magneteisenkörnern (a. 7).

Der Pitkärandit von Pitkäranda in Finnland ergab Fischer eine Beschaffenheit, welche ihm die Vermuthung nahe legt, dass das Mineral dichroitische Hornblende sei, welche im Begriff stehe, sich in nicht dichroitischen Diallag umzuwandeln. Die Hauptmasse des Pitkärandits ist faserig, die Fasern sind zum Theil noch in ihrer ganzen Länge, zum Theil nur mit Unterbrechung noch schön seladongrün und zeigen bei Drehung des untern Nicols den Wechsel zwischen dieser Farbe und gelblichgrün (Hornblende). Andere Fasern machen den Eindruck des förmlichen Zerfalls durch querlaufende oder schiefe Theilungen; diese sind allesammt gelblich- oder olivengrün; sie behalten aber beim Drehen des untern Nicols diese Farbe auch unverändert bei, besitzen also keinen Dichroismus. Zwischen den Fasern liegen noch ganz farb- und structurlose Mineralblätter eingelagert, welche so lebhaft farbig wie Feldspath polarisiren und wohl solchem angehören; ausserdem noch farblose Kalkspathpartikel (b. 13).

Augit (Pyroxen). Die Durchschnitte durch Augitkrystalle fallen wie diejenigen der Hornblende, je nach der zufälligen Lage des Individuums, sehr verschiedengestaltet aus. Sie besitzen bald gelblichbraune, bald grünliche Farbe, ohne dass diese oder jene an ein bestimmtes Gestein oder die Begleitschaft gewisser Mineralien gebunden wäre. Schaalenförmig aufgebaute Augite (welche wohl zuerst Wedding[1]) aus Vesuvlaven beschrieb, vgl. übrigens S. 32) sind sogar mitunter in deutlicher Weise aus scharfbegrenzten grünlichen oder bräunlichen Schichten zusammengesetzt, wobei

---

1) Zeitschr. d. d. geol. Ges. X. 1858. 380.



es unwahrscheinlich ist, dass etwa die letztere Farbe durch Oxydation aus der erstern hervorgegangen sei. Die wohlbegrenzten platten Augite aus dem Basalt von Rothweil und Sasbach am Kaiserstuhl weisen abwechselnde blassgrünliche, lichtröthlichbraune und lichtbräunlichgelbe Zonen auf, und oft kann man an einem Augitdurchschnitt über hundert derselben zählen. Aehnlichen Farbengegensatz tragen die Schichten des Augits im Nephelinit vom Löbauer Berge zur Schau.

Der Augit ist wohl nur selten von feinen Rissen und Sprüngen in dem Maasse durchzogen, wie dies bei der Hornblende und beim Diallag der Fall ist, und dazu verlaufen hier die Capillarspalten gewöhnlich ganz unregelmässig. Von den Hornblendedurchschnitten unterscheiden sich diejenigen des Augits durch ihren nur ganz schwachen Dichroismus (vgl. S. 169): beim Drehen des untern Nicols (wobei der obere weggelassen wird) erhält man für einen und denselben Augitdurchschnitt hintereinander Farbentöne, welche selbst bei recht dunkler Substanz sehr nahe bei einander liegen, z. B. bräunlichgrün und braun, grasgrün bis olivengrün, gelbgrün oder olivengrün und grünlichbraun; an der Hornblende treten, wie angeführt, bei solcher Prüfung auffallende Farbendifferenzen hervor. Auch der mit dem Augit krystallographisch isomorphe und chemisch analog constituirte Akmit erweist sich als fast gar nicht dichroitisch.

Im polarisirten Licht gewahrt man oftmals, dass innerhalb eines sonst einfarbig werdenden und seiner äussern Gestalt nach ein einziges Individuum darstellenden Augitdurchschnitts bald mehr bald minder zahlreiche schmale geradgezogene Streifen parallel verlaufen, welche sowohl unter einander abweichende als von der Hauptmasse des Augits verschiedene Farben aufweisen. Diese andersfarbigen, oft prächtig bunten, rothen, grünen, gelben, braunen, blauen Linien bedeuten dünne in den grossen Augit eingeschaltete, nach dem Orthopinakoid verzwillingte Lamellen — ein Verhältniss, welches makroskopische Beobachtungen an ganzen Krystallen noch nicht kennen gelehrt haben. Dieselben sind oft von einer ganz ausserordentlichen Dünne, mitunter sogar nur 0.001 Mm. breit. Hin und wieder beobachtet man diese lamellare polysynthetische Zusammensetzung selbst im gewöhnlichen Licht als auf das Innere des Augits beschränkte zarte Streifung [1]). (Vgl. die ähnliche bei der Hornblende vorkommende Zwillingsbildung S. 170).

Die Augitkrystalle, welche als Gemengtheile der massigen Eruptivgesteine auftreten, sind meistens allesammt reich an verschiedenen fremden mikroskopischen Einschlüssen. Da deren Natur von der petrographischen Beschaffenheit und den Bildungsverhältnissen der einzelnen Gesteine abhängig ist, so können sie hier nur im Allgemeinen aufgeführt werden.

1) F. Z., Basaltgesteine 1869 S. 10. Rosenbusch, Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 59.



Es haben sich bis jetzt als mikroskopische Einmengungen in Augitkrystallen folgende Körper gefunden:

Mikrolithen von Augit selbst, als feine stachelartige oder nadelähnliche Säulchen, meist regellos vertheilt und unter den verschiedensten Winkeln geneigt, nach allen Richtungen eingewachsen, oft in grosser Anzahl in der Augitmasse der Diabase, Basalte, Leucitophyre, Laven vorhanden. Schwarze undurchsichtige Körner von Magneteisen oder titanhaltigem Magneteisen, wohl die allerhäufigste, selten fehlende Einmengung in den Augiten, fast immer ganz frisch und scharf abgegrenzt, selbst wenn die umgebende Masse bereits von der Umwandlung erfasst ist. Hier liegen sie ganz unregelmässig zerstreut, dort zu Haufen versammelt, dort zu linienartigen Reihen neben einander gruppirt, die mit dem Umriss des Augitdurchschnitts oder einem Theile desselben parallel verlaufen. Unter den basaltischen Augiten gibt es Krystalle, welche im Centrum ganz frei von Magneteisenkörnern, nach dem Rande zu überaus reich daran sind, und andererseits solche, welche gerade im Innern die schwarzen Körner haufenweise so dicht gedrängt enthalten, dass die Augitsubstanz kaum dazwischen erkennbar ist, und darum legt sich dann äusserlich eine ganz reine, magneteisenfreie Augitzone. Trikline Feldspathe, nicht sonderlich häufig in den Augiten der Diabase; Leucite ziemlich verbreitet in den Augiten der Leucitophyre, leucithaltenden Basalte und Laven: die zierlichen pelluciden und wasserklaren Kryställchen sind oft nur wenige Tausendstel Millimeter dick, trotzdem ungemein scharf modellgleich umgrenzt und finden sich vornehmlich an den Rändern der Augite eingewachsen, wo sie oft besser als die im Gesteinsgewebe liegenden selbständigen Leucitindividuen erkannt werden können. Farblose hexagonale Säulen von Apatit mit scharf sechsseitigem Querschnitt und meist von beträchtlicher Länge, nadelähnlich in den Augiten der Anamesite, sog. Augitandesite, Diabase, Melaphyre steckend, den eigentlichen basaltischen Augiten gewöhnlich fremd.

Ueberaus häufig erscheinen in den Augiten der verschiedensten massigen Eruptivgesteine unregelmässig geformte, doch gewöhnlich rundliche Glaseinschlüsse; in den basaltischen Felsarten mag es keinen Augitkrystall, von den grössten bis zu den allerwinzigsten hinab geben, der sich von diesen amorphen Glaspartikeln frei erweist; dabei sind sie stellenweise in erstaunlicher Menge neben einander in demselben Individuum versammelt. Ein Augit im Basalt von der Landskron im Ahrthal (Rhein) beherbergte so zahlreiche Glaseinschlüsse, dass ein Gesichtsfeld von 0.36 Mm. Durchmesser deren in einer Ebene viele Hundert erkennen liess; hier ist, wie so oft, der Augit förmlich mit isolirten Glaskörnchen durch und durch imprägnirt (vgl. auch S. 77). Die platten Augite des Basalts von Rothweil im Kaiserstuhl sind hin und wieder von einem wahren Glasgeäder, aus theilweise aneinanderhängenden bläschenfreien Glasfetzen bestehend, netz-

artig durchzogen, welches mit seiner dunkelgelblichbraunen Farbe sehr deutlich gegen den viel lichtern Augit absticht. Ueber die mitunter beobachtete regelmässige Gestaltung solcher hyaliner Partikel vgl. S. 68. Da wo überhaupt zahlreiche Glaseinschlüsse sich einstellen, da scheinen sie sich vorzugsweise gern in den dem Rand genäherten Theilen der Augitkrystalle zu finden, wenn sie auch in sehr vielen Fällen im Centrum in nicht minderer Anzahl bemerkt werden. So sind viele Augite im Anfang ihres Wachsthums ganz frei davon oder sehr arm daran geblieben und haben erst später, als die peripherischen Theile sich bildeten, jene massenhaft in sich aufgenommen; doch besteht darüber keinerlei feste Regel. Ein Augit aus dem Basalt vom Veitskopf bei Carlsbad war in seinem 0.9 Mm. breiten Kern gespickt mit Glaskörnchen, während die auch durch Färbung abweichende äussere Hülle von 0.2 Mm. Dicke fast kein einziges derselben aufwies. Isolirte Einschlüsse des wie immer beschaffenen benachbarten Grundteigs pflegen in den grössern Augiten verschiedener Gesteine oft vorzukommen; ihre Structur und Zusammensetzung stimmt allemal, wenigstens wo es sich um frische Substanzen handelt, vollkommen mit derjenigen der umgebenden Masse überein, und sie sind in so fern noch bemerkenswerth, als häufig der Umriss ihres Durchschnitts genau dieselben Contouren hat wie der des ganzen grossen umhüllenden Augitkrystalls (S. 79). So lag z. B. in einem 2.5 Mm. langen und 1.5 Mm. breiten Augitdurchschnitt einer leucitführenden Basaltlava aus der Umgegend des Laacher Sees ein 0.16 Mm. langer, 0.11 Mm. breiter Einschluss von Grundmasse, dessen scharf gegen die gelbbraune Augitmasse abstechende Ränder denen des Augitdurchschnitts durchaus parallel sind, und der leucithaltend ist wie die basaltische Masse selbst. Im Basalt vom Leyberg im Siebengebirge bestehen die Augite oft nur aus einer ganz dünnen Schale, welche einen ihrer äussern Gestalt entsprechenden Kern von basaltischer Materie einschliesst.

Bei der Verschiedenartigkeit und der Anzahl der in den Augiten eingeschlossenen fremden mikroskopischen festen Körper scheint die Ansicht gestattet, dass die grosse Schwierigkeit, ihre chemische Zusammensetzung einer einfachen Formel anzupassen, eben von diesen beigemengten Gebilden herrührt. Und es dürfte sich kaum die Möglichkeit ergeben, jemals ganz reine Augitsubstanz zur Analyse zu verwenden. Rammelsberg hat nachgewiesen, dass die meisten Analysen der schwarzen Augite nicht ganz richtig sind, indem diese Eisenoxyd neben Eisenoxydul enthalten. Sollte ersteres nicht etwa von mechanisch beigemengtem Magneteisen herrühren, und sollte sich nicht bei den Augitanalysen ein vorhergehendes Aetzen des sehr fein zerriebenen Pulvers mit mässig verdünnter Salzsäure empfehlen, um das Magneteisen wenigstens grösstentheils wegzuschaffen, ohne die eigentliche Augitzusammensetzung zu beeinträchtigen? Ob die in den Augiten



durchweg sich findende Thonerde, welche bei der Interpretation der Analysen so manche Schwierigkeiten bereitete, dem Augit nicht an sich fremd und auf die eingemengten Einschlüsse von Glas, Grundmasse, Feldspathkrystallen zurückzuführen sei, bleibe dahingestellt. Tschermak spricht sich dagegen aus, weil die Verunreinigungen am Ende doch nicht in dem Maasse zugegen seien, dass der Thonerdegehalt dadurch erklärt werden könne[1].

In manchen Augiten der Massengesteine haben sich sodann auch mikroskopische Einschlüsse einer Flüssigkeit gefunden; bis jetzt sind dieselben wohl nur deshalb vorzugsweise in den Augiten der basaltischen Gesteine bekannt, weil diese mehr als die andern untersucht wurden: so werden u. a. Flüssigkeitseinschlüsse beherbergt von den Augiten der Basalte vom Pöhlberg bei Annaberg und Scheibenberg im Erzgebirge, vom Oelberg im Siebengebirge, vom Wolsberg bei Siegburg unweit Bonn, vom Eisenrüttel auf der schwäbischen Alp, der Basaltlaven von Uedersdorf in der Eifel, vom Krufter Humerich und vom Veitskopf am Laacher See. (vgl. dar. S. 62). R. Hagge beobachtete Flüssigkeitseinschlüsse im Augit des Harzburger Gabbros (a. a. O. 50).

Neben den gewöhnlichen Augitkrystallen trifft man in den Gesteinen hin und wieder massenhafte Anhäufungen eng an einander gedrängter und unregelmässig begrenzter Augitkörner, welche entweder rein oder mit reichlichem Magneteisen durchmengt sind. Bei gekreuzten Nicols polarisiren dann diese Haufwerke mit mosaikartig buntem Farbenbild. Diese Augitkorn-Aggregate haben wohl in den meisten Fällen ganz unregelmässige zufällige Gestalt; hin und wieder ist es aber auch ersichtlich, dass ihr Umriss den eines Krystalls von Augit roh wiederzugeben trachtet.

Sehr sonderbar sind die in den Basalten und Basaltlaven vorkommenden Gebilde, bei welchen der charakteristische Umriss der Durchschnitte durch Augitkrystalle haarscharf vermittelst Zeilen aneinandergereihter Magneteisenkörner ausgedrückt wird, während das Innere solcher Figuren ein Aggregat verschiedener Gesteinsgemengtheile darbietet, unter denen der Augit keine hervorragendere Rolle spielt. So finden sich in den Basalten vom Leipa in Böhmen und von Platten im Erzgebirge Durchschnitte, welche aussen einen dicken Rand von Magneteisenkörnern besitzen, der die unzweifelhaften Augitcontouren offenbart; das Innere ist ein ziemlich grobkörniges regelloses Haufwerk von Augit, Olivin, Feldspath, Nephelin, Magneteisen. Im Basalt von Schackau in der Rhön ist es ein Aggregat von Leucit, Augit und Magneteisen, welches aussen von einem Magneteisen-Rande mit Augitformen umgeben wird. Daneben enthält dasselbe Gestein

[1]) Mineralogische Mittheilungen 1871. I. 30.



dann auch leibhaftige Augite aussen von diesem schwarzen Kornrande umsäumt und ähnlich den auf S. 171 beschriebenen Hornblenden. Uebereinstimmende Bildungen, bis 1.5 Mm. gross, beherbergt der Basalt von Stolpen und Geising in Sachsen, die Lava vom Forstberg am Laacher See. Von den sog. Perimorphosen unterscheiden sich diese seltsamen Gebilde dadurch, dass bei erstern, wenn auch das Innere ein fremdes Aggregat ausmacht, die den Krystallumriss angebende Mineralsubstanz wenigstens als äussere dünne Zone vorhanden ist. An Umwandlungsprocesse kann bei der Entstehung derselben nicht gedacht werden. Wegen noch anderer räthselhafter Erscheinungen beim Augit muss auf die nähere Beschreibung und auf die Abbildungen in dem Werkchen des Verf. über die Basaltgesteine S. 26—28 verwiesen werden.

Der Augit formt ausser den mehr oder weniger wohlbegrenzten Krystallen auch nadelförmige Mikrolithen von lichtbräunlichgelber oder blassgrüner Farbe, welche bei sehr grosser Dünne fast farblos werden. Bald kürzer, bald aber auch ganz auffallend lang, sind sie mitunter an einem Ende etwas keulenähnlich verdickt, auch wohl mehr oder weniger gekrümmt und hakenförmig gebogen, an jedem Ende in zwei Spitzen dichotom auslaufend, manchmal parallel zu mehrern dicht nebeneinandergedrängt. Sie liegen entweder selbständig im Gesteinsgewebe oder finden sich von andern grössern Gemengtheilen, z. B. von Leuciten, Nephelinen, Noseanen oft in reichlicher Anzahl eingehüllt. Bisweilen gruppiren sie sich regelmässig um fremde Krystalle, wie denn die farblosen Leucite im Gestein vom Olbrück unweit des Laacher Sees von einem zierlichen peripherischen Kranz grasgrüner Augitmikrolithen umgeben werden, welche sämmtlich tangential gestellt sind. Aus Mikrolithen grössere Krystalle aufzubauen ist der Augit, wie es scheint, nicht in dem Maasse wie die Hornblende geneigt.

Betreffs des Omphacits vgl. den Eklogit unter den Gesteinen.

Der Grunerit von Collobrières in den Pyrenäen besteht nach Fischer aus drei Substanzen; das meiste oder wenigstens die Hälfte ist Magneteisen, welches im Dünnschliff eigentlich die Grundmasse bildet, worin die zwei andern Körper spärlich eingelagert sind, nämlich ein stengeliger, welcher schön braunroth, gelb und farblos mitunter an einem und demselben Stengel erscheint und nur undeutlichen Dichroismus zeigt, sodann eine durchsichtige, lichtest rosenrothe Materie, die nicht polarisirt, wahrscheinlich Granat (b. 24). Auffallend ist, dass die Analyse über 52 pCt. Eisenoxydul, kein Eisenoxyd ergab.

Den Violan von St. Marcel in Piemont erkannte Fischer als ein Gemenge von mehreren Körpern. Im Dünnschliff beobachtet man eine schön röthlich-violette durchsichtige, strahlig-faserige Substanz, welche kaum merklichen Dichroismus und keine Absorption zeigt, sich insofern also



wirklich wie Augit verhält. Durch unmerkliche Uebergänge damit verbunden und an Menge gleich oder reichlicher vertreten, ist eine gleichfalls faserig-strahlige ganz farblose, aber weniger durchsichtige Masse, wohl das Violette im ungefärbten Zustande darstellend. Durch diese zwei Körper spinnt sich ein zierliches Adernetz von je nach der Dünne rothgelben oder rothen Körnchen, welche nach dem Verhalten zwischen den Nicols doppelbrechend sind (Eisenoxyd?). Diese rothe Substanz ist in ihrem ganzen Aderverlauf von einer sie umgebenden farblosen sehr feinkörnigen begleitet. Ausserdem sind noch Quarz-, Kalkspath- und Magneteisenkryställchen eingestreut (b. 23).

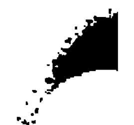
Der Pikrophyll von Sala wird von Dana als zersetzter Augit betrachtet. Fischer schliesst sich dieser Ansicht an: das Mineral hat dieselbe stengelig-blätterige Structur, ziemlich dieselbe Farbenabstufung wie der frische Malakolith von Sala, nur ist der Pikrophyll etwas dunkler und besitzt seidenartigen, asbestähnlichen Glanz. Auch die Dünnschliffe stimmen damit überein. Im Pikrophyll erkannte er gelbmetallische Körnchen von Magnetkies (?); das Silicat zeigt die beginnende Auflösung in grünliche und farblose Körnerhaufen und in Fasern, welche letztere schöne Aggregatpolarisation aufweisen (b. 36).

Den Pyrallolith von Pargas in Finnland hält derselbe Forscher für ein Gemenge von Malakolith und Chondrodit; die beim durchfallenden Licht hellbraun erscheinende, beim Drehen des untern Nicols nicht dichroitische Hauptmasse erinnert makroskopisch zunächst an Malakolith, welcher in dem mineralreichen körnigen Kalk von Pargas ebenfalls angetroffen wird; darin eingebettet sind fast farblose, meist verhältnissmässig schwach chromatisch polarisirende Körner mit vielen sprungartigen Linien im Innern, wie sie der frische Chondrodit von Pargas, vom Vesuv, aus Sussex (N. Am.) zeigt (b. 35 und a. 29.)

Die Krystalle von Uralit mit ihrem auffallend faserigen Ansehen und den seidenartig schimmernden Spaltungsflächen sind bekanntlich Augite, welche von aussen nach innen eine Umwandlung in Hornblende erfahren haben und mitunter noch einen augitischen Kern besitzen. G. Rose sprach es zuerst aus[1], dass die zusammensetzenden faserigen Hornblende-Individuen unter einander und der Hauptaxe des Augitkrystalls parallel liegen und ausserdem noch die bestimmte Lage gegen den Augitkrystall haben, wie die auf Augit aufgewachsenen Hornblendekryställchen von Arendal, dass nämlich die Abstumpfungsfläche ihrer vordern stumpfen Seitenkante parallel ist der Abstumpfungsfläche der vordern scharfen Seitenkante des Augits, also die beiden Orthopinakoide zusammenfallen. Die regelmässige

---

[1]) Reise nach dem Ural II. 371.



Gruppirung der faserigen Individuen mag nach Rose durch die Spaltbarkeit des Augits parallel den Flächen seines verticalen Prismas, Ortho- und Klinopinakoids veranlasst und durch die grosse Aehnlichkeit in der Form zwischen Hornblende und Augit begünstigt sein. Der Umwandlungsprocess selbst kann nur als auf wässerigem Wege erfolgt gedacht werden und ist demjenigen zu vergleichen, welcher auch einen Umsatz der braunen Diallagränder in grüne faserige Hornblende bewirkt. Zuweilen scheint aber die Umänderung des Augits in Uralit nicht so regelmässig vor sich gegangen zu sein; denn in dem Augitporphyr nördlich von Pyschminsk gewahrte Rose neben den gewöhnlichen Uralitkrystallen andere, die rundlichere Flächen haben, und an denen die Augitform nur schwer noch zu erkennen ist, und ausser diesen noch andere, die schon ganz kugelig geworden sind. Diese letztern haben keine regelmässigen Spaltungsflächen, sie bestehen aus excentrisch- oder verworren-faserig zusammengehäuften Individuen und sind also darin den gewöhnlichen Pseudomorphosen analog.

A. Knop hält neuerdings die Ansicht für zulässig, dass derselben Substanz unter Umständen eine Spaltbarkeit nach ∞ P oder nach ∞ P2 zukommen könne; oder dass anfänglich vorhanden gewesener Augit als Hornblende isomorph weiter gewachsen sei, etwa wie Chrom-Alaun in einer Lösung von Kali-Alaun; er stützt sich dabei auf die Identität der Substanz, auf die Einfachheit und Rationalität der Parameter-Verhältnisse beider Mineralien und darauf, dass die Hornblendehülle, welche die Diallage der Gabbros umgibt, auch krystallographisch orientirt ist.[1]) Doch scheinen jene erwähnten verworren faserigen Uralite sowie die mikroskopische Structur des Minerals überhaupt dieser Deutung als ursprüngliches Gebilde Schwierigkeiten zu bereiten.

Fischer befand die Uralite u. d. M. etwas verschieden zusammengesetzt. Einige sind homogen, andere aus lauter verwirrt gelagerten Fäserchen, noch andere aus verschränkten Uralitblättern zusammengesetzt; ein individualisirter nicht faseriger Uralit von der Goldwäsche Jarewo Nikolajewsk bei Miask stellte gewissermaassen ein Balkennetz von grüner dichroitischer Hornblende-Substanz dar, innerhalb dessen Maschen eine ganz farblose polarisirende Substanz eingebettet ist (b. 2. 11). —

Von den schönen Uralitkrystallen aus der Umgegend des baschkirischen Dorfes Muldakajewsk lassen sich ausgezeichnete Dünnschliffe herstellen, welche entweder ganz aus grüner Hornblende oder in der Mitte aus einem graulichgelben Kern von Augit bestehen, der von einem Hornblenderinge umgeben ist. Schon mit blossem Auge beobachtet man eine abwechselnde Verschmälerung und Erbreiterung dieser äussern grünen Zone und sieht, wie sie ganz allmählig in das innere Augitcentrum eingreift, welches sogar makroskopisch noch seinen Schaalenaufbau aufweist. U. d. M. ist das

[1]) Studien über Stoffwandlungen im Mineralreich 1873. 24.



Hineindringen der faserigen Hornblende mit tausend und aber tausend Zacken und Spitzen und vorgeschobenen Körnchen längs des ganzen Randes sehr deutlich, und der scharfe Gegensatz im dichroskopischen Verhalten beider Mineralien (S. 169) tritt vorzüglich hervor. Die Hornblende offenbart auch dadurch ihre secundäre Entstehung, dass sie auf kleinem Raume abweichend gefärbt erscheint: in der blasser grünen Substanz liegen dunkler grüne Flecken, welche übrigens in derselben Richtung gefasert und auch nach einer Direction in die Länge gezogen sind. Quersprünge, welche den innerlichen Augit vielfach durchziehen, haben auch hier schon längs ihrer Wandungen eine feine und zarte Umwandlung in Hornblendesubstanz vermittelt. Bemerkenswerth sind noch in der uralitischen Hornblende dieses und anderer Fundpunkte leere cylinderförmige tief dunkel umrandete Hohlräume und eine Menge nur schattenhaft hervortretender kurznadeliger Hornblendemikrolithen von gleicher Farbe, zwei Gebilde, deren Längsaxe stets mit der Faserrichtung übereinstimmt, ausserdem rundliche und eckige hindurchgestreute Körnchen, welche, wie es scheint, ebenfalls der Hornblende angehören. Die äusserlich ein Individuum bildenden Uralite von Viezena bei Predazzo in Tyrol ergeben sich mitunter im Schnitt als aus mehrern krystallinischen Partieen mit divergirender scharf aufeinander stossender Faserung zusammengesetzt. Kleinere Uralite bestehen auch aus ganz verworren gelagerten und in diesem Falle stärkern Fasern. Die Krystalle in dem (olivinführenden) Uralitporphyr von Baerum bei Christiania, welche senkrecht auf die Hauptaxe geschnitten sind, zeigen z. Th. ausgezeichnet den stumpfen Hornblendewinkel der Fasern, z. Th. eine entsprechende ungemein feine schiefwinkelige Zerspaltung. Einer der schönsten Uralitporphyre ist derjenige zwischen Dolgelly und Tyn y groes in Wales nach D. Forbes vordevonischen Alters.

Bezüglich des Traversellits von Agiolla unweit Traversella hat Scheerer bekanntlich dargethan, dass er eine uralitähnliche Pseudomorphose nach Augit ist, dessen Krystalle in ein System von haarfeinen parallel und symmetrisch gestalteten Hornblendefasern umgewandelt worden sind. Fischer bestätigte dies an dem Dünnschliff eines Krystalles, der auf dem Querbruch grasgrün und glasglänzend, an der Peripherie längsstreifig, seidenglänzend und mehr seladongrün war. Die centrale sehr schwach gefärbte Substanz zeigte, auf ihren Dichroismus untersucht, einen allerschwächsten Farbenwechsel ohne Absorption, dann folgt nach aussen hin eine schmale olivengrüne, undeutlich körnige und faserige Grenzzone, und daran schliesst sich die peripherische parallelfaserige seladongrüne Mineralpartie, welche sich vermöge der Deutlichkeit des Farbenwechsels und der Absorption ganz wie Hornblende verhält (b. 16).

Der Aegirin von Skaadöe bei Brevig in Norwegen liefert im Dünnschliff eine durchscheinend grüne Hauptsubstanz, die sich aber von dem

Augit, welchem sie gewöhnlich nahe gestellt wird, dadurch unterscheidet, dass sie einen der Hornblende nicht nachstehenden Dichroismus von gelbgrün und seladongrün und sehr starke Absorption zeigt. Darin finden sich eingewachsen farblose Feldspathkrystalle, auf deren Gegenwart Fischer die Natron- und Thonerdemengen der Analyse zu schieben geneigt ist, sowie vereinzelte, braungrüne, längliche, nicht bestimmt geformte, stark dichroitische Blättchen (Fischer b. 22).

Der wie der Augit monokline **Diallag** ist meist mit einer grossen Menge fremder mikroskopischer Lamellen und nadelförmiger Mikrolithen erfüllt und weist dabei eine oft sehr weit gehende Faserung auf, welche auf der ausgezeichnetsten Spaltungsfläche, dem Orthopinakoid hervortritt und ihn von den meisten Augiten unterscheidet. Durch seinen sehr schwachen Dichroismus, vermöge dessen man bei der Prüfung mit Einem Nicol (vgl. S. 169) keinerlei bedeutende Farbendifferenz erhält, schliesst er sich aber dem Augit ebenso an, wie er dadurch zu Hypersthen und Hornblende in Gegensatz tritt. Abgesehen von der Abweichung in der chemischen Zusammensetzung und den sonstigen optischen Eigenschaften müssen auch wegen ihres fast fehlenden Dichroismus die früher für Hypersthen erachteten Gemengtheile der „Hypersthenite" aus dem Veltlin, von Penig und Neurode, von der schottischen Insel Skye nun als Diallage gelten. Abgesprengte Spaltungsblättchen von Diallag zeigen, im verbesserten Nörrenberg'schen Polarisationsapparat untersucht, ein Axenbild, und es liegt die Ebene der optischen Axen senkrecht gegen das Blättchen und parallel den Spaltungskanten; geht die Spaltungskante einem der Nicol-Hauptschnitte parallel, so liegt das Axenbild im Hauptschnitte.

Kenntniss der Mikrostructur des Diallags verdanken wir zunächst G. Rose; die fast wasserhell werdenden dünnen Splitter und Schliffe des dunkelbraunen Diallags im sog. schwarzen Gabbro von Neurode in Schlesien enthalten eine grosse Menge kleiner dunkelbräunlicher tafelartiger Krystalle eingeschlossen, die mit ihrer breiten Fläche theils dem Ortho- und theils dem Klinopinakoid parallel liegen. In parallel der einen und andern Fläche geführten Schliffen sieht man auf jeder derselben immer die breiten Seiten der mit ihr übereinstimmend gelagerten kleinen Krystalle und die linienartigen Querschnitte derjenigen, welche mit ihren breiten Seiten der andern Fläche parallel sind. Die kleinen Krystalle, die parallel dem Orthopinakoid liegen, sind breit, aber in der Richtung der Hauptaxe verkürzt, die parallel dem Klinopinakoid schmal und in jener Richtung sehr lang. Ausserdem finden sich noch Lamellen in einer dritten Lage eingeschlossen, die parallel einer schiefen, auf dem Orthopinakoid gerade aufgesetzten Endfläche geht[1].

---

[1]) Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. 1867. XIX. 280.

Die Diallage aus den Gabbros der schottischen Hebrideninseln Mull und Skye werden im Schnitt graulichgrün und bräunlichgelb und enthalten gewöhnlich reichlich schmale Nädelchen in sich, welche meist in einem Durchschnitt alle parallel gestellt sind, aber auch mitunter zwei Parallelsysteme darbieten, die sich schiefwinkelig gitterförmig durchschneiden; diese Nadeln, die mit den in den benachbarten Plagioklasen des Gabbros übereinzustimmen scheinen, sind bald ganz dunkel, bald schwach pellucid, bald regelmässig gestaltet, bald verkrüppelt, von anschwellender und abnehmender Dicke, keulenförmig oder in einzelne Körnchen aufgelöst. Einige Diallage sind ärmer daran, aber stark rissig in der Richtung, in welcher die Nädelchen sonst gelagert vorkommen [1].

Die von R. Hagge über die Gabbros angestellten Untersuchungen [2] lieferten weitere Ergebnisse über die Mikrostructur des Diallags; auch er beobachtete interponirte braune Tafeln und Nadeln, meist parallel dem Ortho- und Klinopinakoid eingewachsen. Der norwegische Gabbro von Valeberg bei Krageröe ist bis zu fast vollständiger Undurchsichtigkeit mit dunkelbraunen oder schwarzen Lamellen erfüllt, welche zwei zu einander nahe senkrechte Richtungen verfolgen. Der im Schnitt hellbraune Diallag in einer Varietät des schwarzen schlesischen Gabbros von Buchau ist zum Theil klar und rein, meist aber von parallelen bei schwacher Vergrösserung faserig und verwaschen erscheinenden Streifen durchsetzt, die sich bei stärkerer Vergrösserung in parallele Reihen dichtgedrängter paralleler Täfelchen auflösen. Oft sieht man zwei Systeme von Täfelchen, welche in ihrer Lage jenen beiden Pinakoidflächen entsprechen; die Vertheilung der Lamellen ist übrigens keine gleichmässige: sehr häufig sind sie wie Zinken eines Kammes dicht neben einander gedrängt, dann folgt ein schmaler lichtbrauner Diallagstreifen ohne Täfelchen, dann wieder eine Schicht derselben u. s. w. Die Ränder der Diallag-Individuen erweisen sich meist frei von Einschlüssen. Nur spärliche und kleine Nädelchen und Lamellen enthält der Diallag des schlesischen Gabbros von Hausdorf. Ebenfalls arm an fremden Gebilden aber äusserst feinfaserig ist mancher Diallag im Gabbro von Harzburg; die Faserung verläuft im Ganzen gerade oder mit nur schwacher Biegung, an den Enden divergiren aber die Einzelfasern zuweilen, oder es erscheint auch das ganze Diallagindividuum gespalten und verdrückt, so dass die Faserung fast in einem rechten Winkel umbiegt.

Die mineralische Natur der interponirten Lamellen ist durch alle diese Untersuchungen indessen noch nicht aufgeklärt. Mikroskopische Flüssig-

1) F. Z., Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1871. XXIII. 59. 94.

2) Mikroskopische Untersuchungen über Gabbro und verwandte Gesteine. Kiel 1871.



keitseinschlüsse beobachtete Hagge einmal in einem Diallag des Gabbros von Hausdorf in Schlesien (a. a. O. 39.). Das Ansehen der Diallage u. d. M. ist sehr wenig geeignet, die von manchen Forschern, u. A. von G. Bischof ausgesprochene Ansicht zu unterstützen, dass sie nur veränderte Augite seien.

Die so vielfach makroskopisch beobachtete Umsäumung der Diallagränder durch grüne Hornblende lässt sich in Dünnschliffen u. d. M. sehr gut untersuchen, und es ergibt sich so, dass dieselbe wohl häufiger auf einer äusserlichen Umwandlung nach Art des Uralits als auf einer ursprünglichen Verwachsung beider Mineralien beruht. In den schottischen Gabbros von Mull und Skye ist der ganz allmählige Umsatz der compacten kaum dichroitischen Diallagsubstanz in die zierlichsten peripherischen Aggregate gelbgrüner pinselförmiger Hornblendebüschel mit starker Farbenwandlung ausgezeichnet zu verfolgen. Längs der Spältchen hat sich die Hornblendesubstanz auch schon tiefer in das Innere des Diallags eingeschlichen, ja stellenweise ist dieses Neubildungsproduct sogar in die Risschen des benachbarten Feldspaths eingedrungen. Hin und wieder erkennt man bei der Umwandlung in Hornblende an dieser noch die Spuren der alten nicht gänzlich ausgetilgten Diallagfaserung. Der Diallag in dem grünen Gabbro von Ebersdorf (Schlesien) spaltet sich (nach Hagge, a. a. O. 36) an den Enden in prismatische Stäbe, die sich öfter weiter gabeln und zerfasern; zwischen dieselben drängen sich Büschel langer Borsten und feiner Fasern, und schliesslich geht der Diallag äusserlich in eine u. d. M. farblose Substanz über, in welcher Massen von Hornblendenadeln regellos vertheilt liegen, oft sie ganz mit mit einem verworren-faserigen Gewirr von Nadeln, Borsten, Haaren erfüllend, oft in geringerer Anzahl, wo dann häufig an quergeschnittenen Krystallen der Hornblendewinkel hervortritt; die langen Nadeln sind meist an den Enden in einzelne Aeste zerspalten, auch sonst vielfach geknickt und gebogen.

Die ersten Untersuchungen des nach Des-Cloizeaux rhombischen **Hypersthens** wurden von Th. Scheerer vorgenommen[1]). Hypersthenblättchen von Hitteröe, parallel dem Hauptblätterdurchgange abgespalten und senkrecht darauf betrachtet, zeigten höchst unregelmässig aber scharf begrenzte lappenartige Lamellen eines fremden Körpers, welche sämmtlich horizontal gelegen, wahrscheinlich je nach ihrer Dicke theils dunkelsepiabraune bis schwarze Farbe, theils lichtere Nuancen besitzen; solche Blättchen verhalten sich daher, selbst wenn sie ganz dünn sind, entweder völlig undurchsichtig oder nur schwach durchscheinend. Sehe man dagegen parallel der Hauptspaltungsrichtung durch ein solches Hypersthenblättchen, so gewahre man von den Lamellen des interponirten fremden Kör-

[1]) Poggendorffs Annal. LXIV. 164.



pers jetzt nur die schmalen Seiten, welche sich wie parallele schwarze Striche darbieten; damit hange die grössere Pellucidität des Hypersthens nach dieser Richtung zusammen. Einige Hypersthenblättchen zeigen indessen, dass die interponirten Lamellen auch noch parallel einer andern Direction, wahrscheinlich einem der weniger deutlichen Blätterdurchgänge orientirt sind. Der Hypersthen von der Paulsinsel wies nach Scheerer ein demjenigen von Hitteröe vollkommen analoges Verhalten auf.

In seiner Arbeit über den Labradorit betrachtete Vogelsang die fremden dunkeln Lamellen im Hypersthen der Paulsinsel, welche er in Salzsäure unlöslich befand, als Diallag. [1])

Später hat B. Kosmann das Schillern, (den Dichroismus) und die Mikrostructur zweier Hypersthene von der Paulsinsel untersucht[2]). Der Schiller entspricht nach ihm einer und zwar nur einer einzigen Richtung innerhalb des Krystalls, welche einer Fläche parallel geht, die mit denen der (brachydiagonalen) Hauptspaltungsfläche und des vertikalen Prismas in derselben Zone liegen muss; diese Schillerrichtung bildet mit der Hauptspaltungsfläche einen Winkel von 7° 57′ oder 7° 45′ und stellt somit nach Naumann eine Fläche des Brachyprismas $\infty \breve{P} 3$ dar. Das blosse Auge gewahrt an den Dünnschliffen eine Menge feiner schwarzer Streifen, welche parallel der Hauptaxe verlaufen; diese fremden Substanzen sind an einzelnen Stellen stärker gehäuft, an andern gar nicht vorhanden, wo die Mineralmasse völlig klar und durchsichtig erscheint. Die interponirten Gebilde ergeben sich als zweierlei Arten angehörend: a) rundliche schwarze Partikel von Magneteisen, durch längere Behandlung mit Salzsäure entfernbar, durch die klare Hypersthenmasse hin verstreut und nur in so fern eine gewisse Ordnung in ihrer Einlagerung besitzend, als sie sich in der Richtung der Hauptaxe parallel den zahlreich markirten Streifen anschliessen; b) kleine braune, höchst durchsichtige Blättchen von oblongem Querdurchschnitt und meist scharfen Umrissen, welche unter sich parallel so gelagert sind, dass, wie namentlich bei allen grössern Blättchen, die längere Rechtecksseite rechtwinkelig gegen die Hauptaxe gestellt ist, während viele andere fast nadelartige sich in der Richtung der Hauptaxe anschliessen. Die Länge derselben schwankt von den kleinsten Partikeln bis zu 0.015 Mm. Länge, die Breite beträgt $\frac{1}{7}$—$\frac{1}{4}$ der Länge, schwindet aber auch zur feinsten Linie. Da jeder der mehrfach angefertigten Schliffe, dessen Fläche ganz oder annähernd um 90° gegen den schillernden Durchgang gerichtet ist, diese Blättchen in verkürzter Lage erscheinen lässt, so sind sie in der That parallel den Flächen nur jener einen Durchgangsrichtung eingelagert. Andere Hypersthenstücke ergeben diese Blättchen weder so

---

[1]) Archives Néerlandaises III. 1868. 29.

[2]) Neues Jahrb. f. Mineral. u. s. w. 1869. 532.

scharf begrenzt, noch so einzeln von einander getrennt, sondern von grössern Dimensionen, in zusammenhängenden, lappenförmigen und unregelmässig contourirten Partieen. Ueber die eigentliche Natur der durch Brechung und Reflexion des Lichts den Schiller verursachenden Lamellen spricht sich Kosmann an diesem Orte nicht bestimmt aus; ihre von ihm festgestellte Unangreifbarkeit durch Salzsäure verbietet die Deutung als Göthit; doch hält er es wegen der Aehnlichkeit mit den von Vogelsang aus dem Labradorit abgebildeten und beschriebenen (vgl. S. 137) hier für möglich, dass sie dem Diallag angehören. Kosmann glaubte übrigens anfänglich, dass die schillernden Blättchen sowie die Magneteisenkörner, welche auf denselben Ebenen interponirt sind, durch spätere Infiltration in den Hypersthen hineingelangt seien; darauf verweise die eigenthümliche Art ihres Auftretens in der Nähe von Zerklüftungen oder Labradoritadern im Hypersthen und das allmählige Verschwinden mit zunehmender Entfernung von denselben, ferner der Umstand, dass die dritte Dimension dieser höchst zarten Lamellen durch die Feinheit der „Durchgangsspalte" beschränkt erscheine; später entscheidet er sich indessen mit Recht für eine gleichzeitige Entstehung.

Auch R. Hagge hat sich mit dem Studium des Hypersthens beschäftigt[1]. Die darin ausser den Magneteisenkörnern gewahrten Lamellen waren oft fast impellucid braun, oft so blass, dass sie kaum hervortreten, von theils länglich schmaler Form, theils kurz, ebenso lang als breit, in beiden Fällen nicht geradlinig, sondern manchmal recht unregelmässig begrenzt; hier stellte es sich gleichfalls heraus, dass sie nur nach einer Richtung dem Hypersthen eingebettet sind. Ein Theil der eingeschalteten Körper ist als schwarze entschiedene Nadeln, welche parallel den Hauptaxen verlaufen, ausgebildet, da parallel dem Klino- und Orthopinakoid angefertigte Schliffe darthun, dass diese dunkeln Striche nicht etwa die Querschnitte von Lamellen darstellen.

Nachdem schon früher Scheerer für die übereinstimmenden Gebilde im Labradorit von Hitteröe die Vermuthung ausgesprochen, dieselben dürften wohl Titaneisen sein, welches auch mikroskopisch im dortigen Labradorit und Gabbro überhaupt vorkommt[2], wies später Kosmann einen deutlichen Gehalt an Titansäure in dem Hypersthen von der Paulsinsel nach und brachte damit die eingewachsenen Mikrolithen in Verbindung: die Titansäure sei wohl nicht als Titanat, sondern als eine dem Silicat fremde, für sich bestehende Verbindung vorhanden. Die rhombische Form der tafelartigen Kryställchen, an welchen er mehrere zuspitzende Domen beobachtete, geleitete ihn zu der Annahme, dass dieselben dem Brookit angehören,

---

[1]) Mikroskopische Untersuchungen über Gabbro u. verwandte Gesteine 1871. 10.

[2]) Poggendorffs Annal. LXIV. 1845. 162.

dessen makroskopische Tafeln mit schön rother Farbe durchscheinen und im reflectirten Licht einen starken stahlblauen Glanz besitzen [1]). Ein im Wiedemannschen Laboratorium in Leipzig von J. Upmann untersuchter Hypersthen von der Paulsinsel, welcher von den in Rede stehenden Blättchen förmlich strotzte, ergab allerdings auch keine Spur von Titansäure. Die Deutung der im Hypersthen eingeschlossenen Lamellen als Diallag würde die zusagendste sein, wenn nicht der Diallag selbst seinerseits völlig ununterscheidbare Gebilde gleichfalls in sich enthielte, die immerhin von der eigentlichen Diallagsubstanz in der äussern Beschaffenheit manchfach abweichen. Häufig erinnern die pelluciden Blättchen in der Farbe und Gestaltung unwillkührlich sehr an Magnesiaglimmer.

Von dem Diallag, welcher gewöhnlich gleichgeformte und ähnlich gruppirte Einlagerungen wie der Hypersthen besitzt, unterscheidet sich der letztere nach Tschermak durch seinen starken Dichroismus (vgl. S. 169), welcher auch den des Bronzits übertrifft, aber den der Hornblende nicht erreicht. Der Diallag ergibt bei der Prüfung mit Einem Nicol keine bedeutende Farbendifferenz. Abgesprengte Spaltblättchen von Hypersthen zeigen im verbesserten Nörrenberg'schen Polarisationsapparat geprüft, keine Axenbilder (Blättchen von Diallag ergeben, wie oben angeführt, ein Axenbild, und man erkennt, dass die Ebene der optischen Axen senkrecht gegen das Blättchen und parallel den Spaltungskanten liegt).

Der lichtgelbe Enstatit im Forellenstein (Serpentinfels Strengs) von Harzburg zeigt u. d. M. nach Hagge eine ähnliche Structur wie der Diallag von Neurode; er besitzt, ungefähr senkrecht zur Hauptspaltungsfläche geschliffen, eine feinfaserige Structur, schief gegen dieselbe ist seine Oberfläche treppenförmig rauh; fein lamellare Zusammensetzung weist er aber ebensowenig wie der schlesische Diallag überall auf, vielmehr erscheint er in dünnen sich von der Hauptmasse abzweigenden Ausläufern ganz compact.

Auch der Enstatit aus dem Olivinfels des Ultenthals in Tyrol offenbart ausgezeichnete Faserung und ein Durchzogensein von quer darauf stehenden Sprüngen, längs deren übrigens noch nicht die mindeste Alteration erfolgt ist. Hier bietet der Enstatit, spärliche eingewachsene Augitkörnchen ausgenommen, völlig reine Substanz dar, dort enthält er in nicht grosser Menge ähnliche braune Lamellen, wie Diallag und Hypersthen, welche mitunter nicht zusammenhängend, sondern durchlöchert oder in einzelne Striemen und Fetzen aufgelöst sind. Dieser Enstatit ist ähnlich dem Hypersthen stark dichroitisch; als Maxima der Farbendifferenzen zeigen sich blassbräunlichroth und lichtmeergrün.

Der Schillerspath (Bastit) in dem harzer Schillerfels geht bekannt-

1) Neues Jahrb. f. Mineral. 1871. 501. Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXIII. 1871. 471.



lich aus dem Enstatit (Protobastit) durch Wasseraufnahme hervor. Die eingewachsenen, ihn förmlich durchspickenden Serpentinkörner, welche auf den schillernden Spaltungsflächen als matte dunkle Flecken erscheinen, verleugnen nicht ihre Abstammung von Olivin. Der Schillerspath selbst ist ganz erfüllt von winzigen blassen Nädelchen, die ihn eigenthümlich trüb aussehen lassen. Dann finden sich häufig, besonders in der Nähe des Serpentins, schwarze Körner und braune Lamellen interponirt, auch ist er vielfach unregelmässig zerklüftet und von Serpentinadern durchzogen; senkrecht zu diesen Adern sind die Fasern, aus denen er zusammengesetzt wird, mitunter auf ziemliche Entfernung tief schwarz gefärbt, wohl in Folge der Abscheidung eines Theils des im Schillerspath enthaltenen Eisens (Hagge a. a. O. 27). Der Schillerspath aus dem ilfelder Melaphyr ist parallel der Längsrichtung der dünnen Säulen faserig und von vielen grünlichgrauen Queradern durchzogen, seitlich von welchen die Fasern eine Strecke weit dunkel gefärbt sind, Erscheinungen, welche ebenfalls auf Umwandlungsprocesse deuten (vgl. Melaphyr).

Der rhombische Bronzit von Kupferberg bei Bayreuth combinirt förmlich die starke Faserung des Enstatits und den reichlichen Gehalt an fremden mikroskopischen Interpositionen des Hypersthens. Die letztern sind zwar auch hier lamellar, aber viel seltener rundliche Blättchen, gewöhnlich sehr lang ausgezogene Striemen von nadelförmiger Gestalt, sammt und sonders parallel der Faserung gelagert und wechselnd in der Farbe von dunkelhoniggelb bis tiefbraun. Manche dieser eingewachsenen Gebilde erreichen eine ununterbrochene Länge von 1.2, selbst 1.5 Mm.; ausserdem finden sich noch schwarze impellucide Krystalle von sechsseitiger Randumgrenzung, wahrscheinlich Titaneisen. Mit Bezug auf seine Mikrostructur steht der Bronzit jedenfalls dem Hypersthen näher als dem Enstatit. Dieser Kupferberger Bronzit erweist sich bei der Prüfung mit Einem Nicol höchst schwach dichroitisch und tritt dadurch in Gegensatz sowohl zum Hypersthen als zum Enstatit.

Glimmer. Der dunkle Magnesiaglimmer (Biotit) stellt meistens ziemlich reine Substanz dar. Wo er als Gemengtheil von Gesteinen auftritt, bildet er im Dünnschliff gewöhnlich gelblichbraune Partieen, deren Zusammensetzung aus lauter parallelen Lamellen bei schiefem Schnitt sehr deutlich hervortritt, wenn auch die Umrisse solcher Glimmer-Durchschnitte oft wunderlich zerlappt und ungestaltet sind. Mitunter erscheinen wenigstens zwei und zwar die der Lamellirung parallelen Ränder dieser Aggregate scharf linear ausgezogen, die andern durch ungleiche Länge der zusammensetzenden Glimmerblättchen etwas ausgefranzt. In körnigen Gesteinen pflegen diese Glimmerpartieen wohl an den Enden etwas gebogen oder gestaucht, auch wie durch eine Druckwirkung förmlich auseinandergeblättert zu sein. Isolirte Blättchen, wie sie z. B. in den hellern Glimmerschiefern vorkommen, sind recht scharfe, einseitig in die Länge gezogene



Sechsecke. Die sehr dünnen, horizontal im Präparat gelagerten Partieen von Magnesiaglimmer sehen durch eingewachsene farblose Blättchen von Kaliglimmer oft förmlich zerlocht aus. Hin und wieder führt der Magnesiaglimmer mikroskopisch Magneteisenkörnchen in sich, auch je nach der Begleitschaft wohl Leucite, Apatite, Quarze.

Die braungelbe Farbe derjenigen Glimmerblättchen, welche parallel mit ihrer Spaltungsrichtung geschnitten sind, verändert sich nicht bei der mit Einem Nicol vorgenommenen Prüfung auf den Dichroismus (vgl. S. 169), weil bei dem hexagonalen Mineral senkrecht auf die Spaltungsrichtung keine Doppelbrechung erfolgt. Zwischen gekreuzten Nicols erscheint ein solches Glimmerblättchen deshalb auch dunkel. Steht dagegen die Spaltungsrichtung schiefwinkelig oder rechtwinkelig auf der Schnittfläche, so erhält man bei jener Prüfung vermöge des starken Dichroismus zwei ungemein verschiedene Farbentöne, von denen der eine braun bis fast schwarz, der andere blassgelb ist. Bei der letztern Lage werden die Glimmerdurchschnitte nur dann dunkel, wenn sie dem einen oder andern Nicol-Hauptschnitte parallel sind, sonst farbig. Bei gekreuzten Nicols erweisen die völlig horizontal gelegenen Lamellen des Magnesiaglimmers durch die eintretende Dunkelheit ihren optisch-einaxigen Charakter.

Lichter Kaliglimmer (Muscovit) formt u. d. M. meist farblose, schwach gelblich oder grünlich angehauchte Blättchen, welche bei völlig horizontaler Lage wegen ihrer optisch-zweiaxigen Natur lebhaft, wenn auch nicht so stark wie Quarz, chromatisch polarisiren. Platte Aggregate solcher Blättchen, die sich oft wellig hin und her schmiegen, verrathen im schiefen Schnitt ihre lamellare Zusammensetzung. Eine auf der Kante stehende Glimmerschuppe erzeugt eine lange prismatisch-nadelförmige Figur; hin und wieder aber will es scheinen, als ob der Glimmer auch wirkliche cylindrisch gestaltete Mikrolithen zu bilden fähig sei.

Eingehende Untersuchungen über die makroskopische und mikroskopische Verwachsung der verschiedenen Glimmerarten unter einander und mit Eisenglanz verdanken wir G. Rose.[1]) Was die hierher gehörigen Vorkommnisse betrifft, so ist zuvörderst der zweiaxige Glimmer (Phlogopit) von South Burgess in Canada zu erwähnen, ausgezeichnet durch seinen Asterismus, der als sechs- (und zwölf-) strahliger Lichtstern hervortritt, wenn man eine Kerzenflamme durch das Glimmerblatt betrachtet[2]). Die Spalte der Schlaglinienfigur (Reusch), welche der Längsfläche parallel geht (sog. charakteristische Schlaglinie) läuft bei ihm parallel der optischen Axenebene. Der Asterismus wird durch eine grosse Menge mikroskopischer langgezogener prismatischer Krystalle hervorgebracht, die in dem Glimmer

1) Monatsberichte d. Berliner Akad. d. W. 1869. 339.

2) Ebendas. 1862. 614.



regelmässig eingewachsen sind, und deren Längsrichtung den drei Seiten eines gleichseitigen Dreiecks, zuweilen auch den Halbirungslinien von dessen Winkeln parallel geht. Ursprünglich als vielleicht zum Cyanit gehörig erachtet, gaben sich diese Krystalle später als einaxiger Glimmer zu erkennen. Mit ihren breiten Flächen liegen sie vollständig in der Ebene der Spaltungsflächen der Glimmerplatten, von welchen sie umschlossen werden, und scheinen ebenso leicht spaltbar zu sein wie dieser. Neben den einfach in die Länge gezogenen Individuen dehnen sich aber auch die Krystalle nicht selten zugleich armartig nach mehreren Richtungen aus, die unter Winkeln von 120°, zuweilen auch unter Winkeln von 90° oder 150° aufeinander stossen, wodurch die verschiedensten Gestalten zum Vorschein kommen. Ausserdem erscheinen auch vereinzelte schwarze und rothe mikroskopische Krystalle von Eisenglanz in dem Glimmer, stets in paralleler Stellung darin eingebettet. Die eingewachsenen Glimmerkrystalle liegen theils parallel den Flächen $\infty \breve{P} 3 = (a : \frac{1}{3}b : \infty c)$, theils bilden sie damit Winkel von 60°; etliche gehen aber auch parallel dem Makropinakoid, die kleinern Zwischenstrahlen in dem zwölfgliedrigen Lichtstern erzeugend.

Sechsseitige über fussgrosse Tafeln eines zweiaxigen Glimmers von Grenville in Canada, welche röthlichbraune Farbe besitzen, weisen nach der Beobachtung von G. Rose etwas von dem Rande entfernt und mit diesem parallel, eine lange dunkle geradgezogene Linie auf, welcher nach innen zu noch andere ähnliche aber nicht so stetig fortsetzende Streifen parallel gehen. Zusammengehäufte Krystalle einaxigen Glimmers etwas grösser als die vorigen sind es, woraus diese Linien bestehen. Die Krystalle haben lauchgrüne, bei grosser Dünne oft ganz blassgrüne Farbe und im Allgemeinen die Form des hexagonalen Proto- oder Deuteroprismas oder der Combination beider; aber sie zeigen grosse Unregelmässigkeiten sowohl rücksichtlich ihrer Ausdehnung, die oft nach den verschiedensten Richtungen in der Ebene der Spaltungsflächen des Glimmers geht, als auch in der Art, wie in den Combinationen die Flächen beider hexagonalen Prismen auftreten, welche in diesen immer nur einzeln, nie vollzählig vorkommen. Ein und derselbe Krystall erscheint auch nach verschiedenen Richtungen verlängert, welche rechtwinkelig auf einander stehen. Die kleinen grünen Krystalle des einaxigen Glimmers schliessen Theile des zweiaxigen ein, der in dünnen Blättchen immer ganz wasserhell aussieht. Sie sind übrigens nicht wie bei South Burgess mit Bezug auf den beherbergenden Glimmer in diagonaler, sondern in paralleler Stellung eingewachsen. Ein Glimmer von West Chester in Pennsylvanien, welcher ebenfalls einen nur etwas weniger ausgeprägten sechsstrahligen Lichtstern aussandte, erwies sich vermöge der Erfüllung mit kleinen prismatischen Kryställchen einaxigen Glimmers dem von South Burgess höchst ähnlich. Nur waltete der eigenthümliche Unterschied ob, dass bei der zweiaxigen Glimmerplatte



die sog. charakteristische Schlaglinie rechtwinkelig auf die optische Axenebene steht.

Der Chlorit als selbständiges Aggregat aus Tyrol und als Bestandtheil der Chloritschiefer wird in dünnen Lamellen ganz blass meergrün. Die Blätter der kamm- und wulstförmigen aufgewachsenen Chloritgruppen sind meist nicht ganz homogen, sondern enthalten sehr mikroskopische rundliche Chloritschüppchen von derselben Farbe in sich eingewachsen, die nur durch die zarten Contouren und ihre Uebereinanderlagerung hervortreten. Mitunter bemerkt man Reihen kleiner sehr fein umrandeter Flüssigkeitseinschlüsse. Wegen des optisch einaxigen Charakters kann natürlich eine abgesprengte horizontale Chloritlamelle nicht dichroskopisch wirken; aber auch schief und selbst senkrecht auf die Basis geschnittene Chloritplättchen erwiesen sich bei der Prüfung mit Einem Nicol als ziemlich schwach dichroitisch, indem sie nur wenig abweichende hellere und dunklere Töne des Grün lieferten. Der in manchen Mineraliensammlungen verbreitete feine Chloritstaub vom St. Gotthardt besteht u. d. M. vorwaltend aus sehr zierlichen dünnen Blättchen von oft recht scharf sechsseitiger oder selbst zwölfseitiger Randumgrenzung (∞P.∞P2), welche, horizontal liegend, bei gekreuzten Nicols dunkel werden; untermengt sind sie mit Segmenten von schuppig-faserig zusammengesetzten Chloritaggregaten, die ein hübsches Polarisationsbild liefern.

In vielen Krystallen von Pennin beobachtete Kenngott eine grosse Menge farbloser fein nadelförmiger oder faseriger Krystalle eines andern Minerals eingewachsen, welches wahrscheinlich Grammatit (Tremolit) ist.

In dem Xanthophyllit aus den Schischimski'schen Bergen im Slatouster Bergbezirk im Ural glaubte P. v. Jeremejew mikroskopische Einschlüsse von Diamantkrystallen entdeckt zu haben[1]. Die angeblichen Diamanten, in ihrer Grösse zwischen 0.05 und 0.5 Mm. schwankend, seien in den Blättchen des Xanthophyllits ungleichmässig vertheilt; bei einer dreissigmaligen Vergrösserung werden dieselben deutlich sichtbar, während man bei $\times$ 200 ihre Krystallform und relative Lage mit der grössten Präcision bestimmen kann. Die Form derselben ist die eines Hexakistetraëders (wahrscheinlich $\frac{3O\frac{3}{2}}{2}$) mit deutlich gewölbten völlig ausgebildeten Flächen und Kanten. Die stumpfen ditrigonalen Winkel einiger Krystalle werden durch ziemlich entwickelte Flächen eines regelmässigen Tetraëders abgestumpft, welche völlig eben sind, wie dies immer bei Diamanten der Fall ist, welche sich durch die Wölbung der übrigen Formen auszeichnen. Obgleich in den ebenen Xanthophyllitblättchen die vermeintlichen Einschlüsse in horizontaler Richtung unregelmässig gruppirt sind, so gehen doch immer

[1] Neues Jahrb. f. Mineral. 1871. 589.



ihre trigonalen Axen unter einander parallel und liegen zu gleicher Zeit senkrecht zur Richtung des Hauptblätterdurchgangs des Xanthophyllits. Die grössere Anzahl der in Rede stehenden Gebilde ist farblos und vollkommen durchsichtig, während einige wenige braun gefärbt sind. Durch chemische Versuche wurde nach der Angabe Jeremejew's die Gegenwart freien Kohlenstoffs im Xanthophyllit festgestellt; dass er die Diamanten leibhaftig isolirt habe, findet sich indessen nicht angegeben.

Ebensowenig gelang dies A. Knop bei einer Analyse des Xanthophyllits: bei der durch Aufschliessen vermittelst zweifach schwefelsauren Kalis abgeschiedenen Kieselsäure hätten sich die Diamanten vorfinden müssen. Auch nach der Behandlung des Minerals mit Fluorwasserstoff und etwas Schwefelsäure war in dem Rückstand keine Spur von Diamantkrystallen zu entdecken, und ferner ergibt sich auch aus seinen Analysen kein Gehalt an Kohlenstoff. Bei der mikroskopischen Untersuchung erwiesen sich ihm diese angeblichen Diamanteinschlüsse als Hohlräume. Wurden Xantophyllit-Blättchen mit staubfeinem schwarzem Kupferoxyd auf Fliesspapier trocken eingerieben und nachher mit reinem Fliesspapier wieder gereinigt, so zeigten sich alle Einschlüsse mit schwarzem Kupferoxyd ausgefüllt, und man konnte ihre Form sehr gut erhalten beobachten. Damit steht im Zusammenhang, dass man niemals an den Rändern der Xanthophyllit-Lamellen die Ecken eingeschlossener Krystalle hervorragen sieht, sowie dass die aneinandergrenzenden Gebilde ohne sichtbare Trennungslinie in einander verfliessen. Diese Hohlräume könnten vielleicht Abdrücke von Krystallen sein, welche total aus der Masse verschwunden sind. Da dies indess wohl nicht auf den Diamant anwendbar ist, so lag die Vermuthung nahe, dass eingeschlossene Kalkspathkryställchen aus dem Xanthophyllit durch kohlensaures Wasser herausgeätzt worden seien; die Formen der Gebilde lassen sich auch deuten als Projectionen von Parallelschnitten von Rhomboëdern und Skalenoëdern oder von den Combinationen beider auf die Basis der Krystalle. Doch wird die frühere Anwesenheit von Kalkspath dadurch unwahrscheinlich, weil Salzsäure aus dem Xanthophyllit keine Spur von Kohlensäure entwickelt. Bemerkenswerth ist die Beobachtung von Knop, dass in Xanthophyllitblättchen, in denen er selbst bei stärkster Vergrösserung keine Hohlräume gewahren konnte, dieselben durch Einwirkung von Schwefelsäure bald in grosser Anzahl und schwarmweise hervorgebracht werden und dabei dieselbe Schärfe und Eleganz gewinnen. Er glaubt daher, dass „die diamantähnlichen Hohlräume ihre Entstehung der corrodirenden Wirkung von Säuren, sei es in der Natur selbst, oder künstlich im Laboratorium (?) zu danken haben.“ [1])

---

1) Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 785. Eine fernere Bestätigung der Hohlraums-Natur dieser Gebilde liegt darin, dass nur die völlig von der Xanthophyllitmasse um-



Der Brandisit vom Monzoni in Tyrol zeigt sich im Dünnschliff verwachsen mit einem feinstengeligen farblosen Körper, welcher den Dichroismus des Anthophyllits erkennen lässt, dann mit schmutzig gelben Körnermassen und einzelnen lichtrothen polarisirenden Körnern. (Fischer b. 47).

Groppit von Gropptorp in Södermanland ist nach Fischer (b. 43) homogen.

Der eigentliche gesteinsbildende **Serpentin** findet sich unter den Felsarten abgehandelt. Hier folgen die über die mikroskopische Structur und Beschaffenheit einiger serpentinartiger Mineralien angestellten Beobachtungen.

Ein feinstengeliger, parallelfaseriger, fast asbestartiger Serpentin vom Greiner in Tyrol lässt nach Websky dreifach verschiedene Substanz erkennen: einmal ganz klare, nur von deutlichen Sprüngen durchzogene, sodann durchscheinende, welche im Querschnitt bei starker Vergrösserung aus klaren, den einzelnen Faserbüscheln entsprechenden Hüllen um einen Kern von undeutlicher Structur besteht; im Schliff längs den Fasern offenbart sie in geraden unter einander völlig parallelen, zickzackartig quer durch die Fasern auf- und absteigenden Linien tulpenförmige mit der Langseite an einander gereihte Faserungsnester von 0.02 — 0.03 Mm. Breite und 0.05 — 0.08 Mm. Länge, in der Richtung der Fasern becherähnlich in einander steckend; endlich eine Substanz, welche durch wolkenartig gruppirte Einlagerung sehr kleiner gelber Kügelchen von ca. 0.005 Mm. Durchmesser für das blosse Auge eine gelblichweisse Farbe und opake Beschaffenheit gewinnt[1].

Beim Pikrolith von Reichenstein in Schlesien sind die compacten und homogenen, keine Absonderung zeigenden Partieen nach Websky auf Grund der Polarisationsverhältnisse ein Gemenge von amorphem Serpentin mit krystallographisch parallel gestellten Gruppen von Krystallindividuen analoger Zusammensetzung (ähnlich darin dem Chalcedon); bei der lagenweise abgesonderten, fein gestreiften Pikrolithmasse scheint das relative Verhältniss zwischen der Menge der krystallinischen und amorphen Substanz in den verschiedenen Streifen verschieden zu sein, wenngleich eine krystallographisch parallele Einordnung der krystallinischen Substanz durch sämmtliche Lagen hindurch stattfindet.[2]

---

schlossenen dunkel umrandet sind, die die Oberfläche der Präparate berührenden (und deshalb mit Canadabalsam ausgegossenen) ganz zart und fein contourirt erscheinen. Die Erfüllung der oberflächlichen Concavitäten mit Balsam kann man wohl dadurch veranschaulichen, dass man absichtlich Luftbläschen sich hinein verirren lässt. Wäre es aber nicht möglich, dass die Hohlräume ursprünglich und zwar sog. negative Krystalle von Xanthophyllit seien? Die künstlich erzeugten wären dann Aetzfiguren.

[1] Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. X. 1858. 282.

[2] ebendas. 288.

Angaben über die mikroskopische Beschaffenheit der folgenden fünfzehn Mineralien (wesentlich wasserhaltige Magnesiasilicate) verdanken wir H. Fischer.

Der Dermatin ist ein nicht homogener Serpentin, der ein höchst prachtvolles Bild durch Polarisation bietet. Die schwarzbraune Masse lässt sich leicht in unsäglich dünne, lichtest olivengrüne Plättchen schleifen: diese zeigen, wie in einer homogenen Hauptmasse reichlich grössere und kleinere, schmale und breite, geradlinige und sanftgebogene Streifchen und oft wurmförmige Figuren liegen mit einer rechtwinkelig zur Längsaxe laufenden Liniirung; diese fast diatomeenähnlichen Gebilde sind wohl Chrysotil. Betrachtet man ein solches Präparat zwischen gekreuzten Nicols, so hebt sich von der wie das Glas tief sammtschwarz werdenden Hauptmasse das Heer der (?Chrysotil-) Blättchen in den herrlichsten Juwelenfarben ab. (b. 37.)

Der Pseudophit von Aloisthal in Mähren erweist sich im Dünnschliff als ein polarisirender Serpentin mit grossen zusammenhängenden Klümpchen und winzigen Körnchen von Magneteisen, welche so in der Masse ausgestreut liegen, dass man das Bild eines Tintengespritzels aus einer kratzenden Feder vor sich zu haben glaubt; ferner erblickt man in der Hauptmasse dieses Serpentins Enstatitblätter und lebhaft polarisirende Reste von Olivinkörnern (b. 33).

Vorhauserit von Stütz, Graubündten,

Serpentin von Zell bei Hof, Fichtelgebirge,

Pikrosmin von Pressnitz, Böhmen,

Williamsit aus Chester County in Pennsylvanien zeigen Aggregatpolarisation, welche auf winzige verwachsene gleichartige Individuen deutet.

Metaxit von Reichenstein, Schlesien,

Schweitzerit vom Findelengletscher, Zermatt,

Antigorit vom Val Antigorio, Piemont, polarisiren nicht (sind also wie es scheint amorph). Die zuletzt erwähnten sieben serpentinähnlichen Mineralien lassen im Dünnschliff keine auf Entstehung aus Olivin deutende Maschentextur wahrnehmen. Alle sind ferner frei von Magneteisen oder Eisenkies (b. 45).

Gymnit ist nach Fischer völlig homogen.

Der Villarsit aus dem Dolomit von Traversella in Piemont ist ein Gemenge von farblosen mit Sprüngen durchzogenen Körnern, welche lebhaft chromatisch polarisiren und u. d. M. an Olivin erinnern, wenn auch Des-Cloizeaux sich vom optischen Standpunkte gegen die Vermuthung von G. Rose ausspricht, dass die bekannt gewordenen Villarsitkrystalle Pseudomorphosen nach Olivin seien. Zwischen diesen Körnern liegen viele Stellen von der ganz gleichen Structur, welche, zwischen gekreuzten Nicols gedreht, nur weiss und schwarz werden, ohne Farben zu zeigen; sie dürften wohl die in angehender Umwandlung begriffenen Körner der erste-

ren Substanz sein. Ferner findet man ausser sehr grossen Magneteisenkörnern in dem Gemenge noch spärlich gelbliche feinste, strahlig faserige Partieen mit schwachfarbiger Aggregatpolarisation, und endlich sind die durch ihre schiefwinkelige Streifung leicht erkennbaren Blätter von Kalkspath noch damit verwachsen (b. 39.)

Der Hydrophit von Taberg in Småland (Schweden) wird sehr innig von Magneteisenlagen und Kalkspathpartieen durchwachsen (b. 31); polarisirt selbst nicht (b. 45). Der Jenkinsit von O'neils mine in Orange Co. New York, ist, wie der Dünnschliff ergibt, weiter nichts als Serpentin mit der bekannten Maschentextur, welchem Magneteisen sehr reichlich in Form von mehr oder weniger dichten Körnerhaufen eingelagert ist (b. 32).

Seladonit aus dem Fassathal besitzt an den dünnsten Schliffstellen eine farblose nicht polarisirende Grundmasse, gleichsam ein Maschennetz darstellend, dessen verdickte Partieen erst die grüne Farbe zeigen; da und dort sind über das Ganze theils grössere, theils sehr winzige grüne Körner zerstreut, die bei gekreuzten Nicols ihre Farbe und Durchsichtigkeit behalten (a. 24).

Kerolith von Frankenstein in Schlesien zeigt im Dünnschliff eine lichtest grünlichgelbe fast durchsichtige Grundmasse, worin ganz farblose und durchsichtige, aber lebhaft chromatisch polarisirende eckige Körner mit concentrisch eckigen Zeichnungen (wie beim Festungsachat) und ähnlich gebildete farblose Adern liegen (a. 28).

Meerschaum, vieles Steinmark, Bergseife u. dgl. bestehen nach Ehrenberg „aus gegliederten Stäbchen oder aus reihenweis verbundenen gleichartigen Elementartheilen.“ Das Bergleder ist ein lockerer Filz solcher „Kiesel-Gliederfäden,“ welche an die Gaillonellen erinnern. Verfälschten Meerschaum kann man durch das Mikroskop sogleich entdecken: er enthält zwischen seinen regelmässigen Gliederfäden unregelmässige Sandkörperchen[1].

Kaolin. Nachdem Johnston und Blake schon darauf aufmerksam gemacht hatten, dass die meisten der von ihnen u. d. M. untersuchten Kaoline vorwiegend aus weissen perlmutterglänzenden sechsseitigen Schuppen bestehen, welche in heisser Salzsäure unlöslich sind und die Zusammensetzung des Kaolins besitzen, hat Safarik für die böhmischen Kaoline ebenfalls dargethan, dass sie sammt und sonders krystallinisch sind. Der pulverige weisse Kaolin von Swarow besteht ausschliesslich aus hexagonalen Blättchen von 0.007 bis 0.04 Mm. Länge und äusserster Dünne, ohne Spur von Einwirkung auf das polarisirte Licht. Gelber, im gepulverten Zustand weisser Kaolin von Nuciz wird aus grossen durchsichtigen, zwischen gekreuzten Nicols farbenspielenden Krystallschuppen zusammengesetzt. Alle

[1] Poggend. Annal. Bd XXXIX. 1836. 103., wo auch eine Abbildung gegeben ist.



übrigen Kaoline Böhmens erweisen sich entweder aus deutlichen Krystallen oder Krystallfragmenten constituirt[2]).

Beim Kaolin von Passau beobachtete Fischer in hauchdünnen Schliffen bei gekreuzten Nicols in der schwarzen nicht polarisirenden Grundmasse farbig polarisirende Körper (Passauit-Reste) reichlich eingelagert (a. 23).

Auch das von Clark analysirte isabellfarbige Steinmark (chemisch durchaus identisch mit Kaolin) aus den Drusenräumen des Topasfels vom Schneckenstein im Voigtland ist, wie schon vor obigen Untersuchungen A. Knop nachgewiesen, u. d. M. deutlich krystallinisch, und die Krystalle haben eine hinlängliche Grösse um mikroskopische Winkelmessungen zu gestatten. Sie besitzen eine mittlere Länge von etwa 0.021 Mm. und etwa 0.015 Mm. Breite und zeigen z. Th. die Gestalt sehr scharf ausgeprägter rhombischer Tafeln; z. Th. sind an diesen die durch die Makrodiagonale verbundenen Ecken in verschiedenem Grade abgestumpft. Hier und da aggregiren sich die krystallinischen Tafeln zu rhombischen Prismen und stellen bei Voraussetzung eines rhombischen Krystallsystems die Combinationen $\infty P . 0P$ und $\infty P . 0P . \infty \breve{P}\infty$ dar. Nach vielfach wiederholten Winkelmessungen erhielt Knop für den stumpfen Basiswinkel der Flächen 0 P (d. h. wohl den vordern Winkel von ∞P) stets 118°, welcher mit dem von Breithaupt beim Glimmer gefundenen völlig übereinstimme. Da man gemäss der Zusammensetzung dieses Kaolins denselben als einen wasserhaltigen Glimmer ansehen könne, in welchem das Kali durch 1 Atom basischen Wassers vertreten ist, so liege die Annahme einer Isomorphie oder Homöomorphie des Kaolins mit dem Glimmer sehr nahe. „Sollte diese Auffassung der Natur des Kaolins eine Bestätigung finden, so würde eine Rückbildung des Glimmers aus Kaolin durch Einwirkung alkalischer Lösungen leicht begreiflich sein: es brauchte alsdann das basische Wasser des Kaolins nur durch Kali verdrängt zu werden und das Krystallwasser theilweise oder ganz von der Verbindung abzufallen, um Glimmer aus Kaolin zu erzeugen."[2]) Nach Fikenscher ist auch das Steinmark aus den Mandeln

---

1) Sitzungsber. d. k. böhm. Ges. d. Wissenschaften 16. Febr. 1870. — Ehrenberg machte 1836 die Angabe, dass der eigentliche Kaolin (Porcellanerde von Aue im Gegensatz zum zersetzten Feldspath) aus platten, bis $\frac{1}{36}$ Linie grossen, oft kleinern scheibenförmigen Körpern bestehe, welche in concentrische Ringe oder Schaalen zerfallen. Fast die ganze Substanz löse sich u. d. M. in grössere oder kleinere gekrümmte Fragmente jener Körper auf, deren Ringe durch feine Querstriche ebenfalls gegliedert sind. Diese Querstreifen scheinen sich nicht bei allen Ringen auf ein gemeinsames Centrum zu beziehen (Poggend. Annal. XXXIX. 104). — In vielen angefertigten Präparaten war etwas dieser angegebenen Zusammensetzung Aehnliches nicht zu erblicken.

2) Neues Jahrb. f. Mineral. 1859. 594. Auch Kenngott hat schon auf die krystallinische Natur des Kaolins aufmerksam gemacht, die in der That oft zu beobachten ist.



des Melaphyrs von Cainsdorf bei Zwickau, nach A. Frenzel das fleischrothe aus dem Felsitporphyr von Rochlitz in Sachsen kryptokrystallinisch [1]).

Die folgenden fünf Mineralien (ebenfalls Thonerdesilicate) wurden von H. Fischer untersucht.

Cimolit von Argentiera besteht aus einer weissen Masse, welche bei Anwendung der Nicols in ein inniges Gemenge farbig und nicht polarisirender Theile zerlegt wird; darin sind unzählige schwärzliche opake Pünktchen eingestreut (a. 25).

Schrötterit von Freienstein in Steiermark enthält in einer durchsichtigen nicht polarisirenden Substanz stellenweise reichliche opake Tüpfel und grössere ganz farblose, aber lebhaft chromatisch polarisirende Körner, die vielleicht dem Feldspath angehören, sodann noch farblose Fasern (a. 26). Vielleicht ist eine der vermengten Substanzen Hydrargillit, wie schon Rammelsberg aus chemischen Gründen vermuthete.

Teratolith (Eisensteinmark) von Planitz bei Zwickau wird aus drei Körpern zusammengesetzt; in der farblosen nicht polarisirenden Grundmasse sind ausser reichlicher, dendritisch vertheilter, opaker dunkelchocoladebrauner Metalloxydmasse (Eisen- und Manganoxyd) viele farblose polarisirende Körner (Feldspathreste?) eingestreut, welche bei gekreuzten Nicols durch ihr reiches Farbenspiel mit den beiden erstern Substanzen zusammen ein prächtiges Bild wie von Juwelen auf dunklem Grund gewähren (a. 23).

Pholerit von Eschweiler bei Aachen besteht aus einer schwachgelben bis farblosen nicht polarisirenden Grundmasse und einer Menge kleinerer lichtgelber krystallähnlicher Körper sowie vereinzelter grösserer dunklergelber Körner; die beiden letztern Gebilde polarisiren mehr oder weniger lebhaft (a. 23).

Miloschin von Rudniak in Serbien löst sich unter dem Mikroskop in eine sehr lichte nicht polarisirende Grundmasse auf, worin ausser bräunlichen opaken Metalloxydtheilen viele grüne und einzelne grössere farblose polarisirende Partikel eingewachsen sind. (a. 24).

An Dünnschliffen eines blassgelben schimmernden Agalmatoliths aus China beobachtete Kenngott eine krystallinische Structur durch lamellare Individuen; ob dieselben sämmtlich demselben Mineral angehören oder nicht, konnte auch im polarisirten Licht nicht festgestellt werden. [2])

Im **Granat** (Almandin) nahm zuerst Oschatz nadelförmige Krystalle wahr, die sich unter Winkeln von nahezu 90° und nahe 60 und 120° kreuzen [3]). — Diese hier gehäuften, dort spärlichern Nadeln erscheinen bei schwacher Vergrösserung wie feine, schwarze Striche, sind aber, wie stär-

1) Journal f. pract. Chemie V. 1872. 401.

2) Züricher Vierteljahrsschrift XV. 2. S. 184.

3) Zeitschr. d. d. geol. Ges. IV. 1852. 14.

kere lehrt, blassbräunlich pellucid, und man könnte deshalb vielleicht geneigt sein, sie für Turmaline zu halten; die dicksten beobachteten Stäbchen sind 0.004 Mm. breit, dabei bis 0.07 lang. Ausserdem liegen in denselben Granaten unförmliche Klümpchen, Keulen und Körner, schwarz und durchaus impellucid, welche, wahrscheinlich Magnet- oder Titaneisen, mit jenen Mikrolithen jedenfalls nichts gemein haben. Der Granat als Gemengtheil der Granulite ist von mikroskopischen Einwachsungen dieser Art gewöhnlich frei; seine meist ganz blassroth ausfallenden, unregelmässig mit Sprüngen durchzogenen Durchschnitte von rundlicher oder in die Länge gezogener Umgrenzung enthalten aber vielfach kleinere, besser krystallisirte Granaten in sich, welche manchmal ihrerseits noch winzigere Individuen derselben Art von wenigen Tausendstel Mm. Durchmesser umschliessen.

J. Niedzwiedzki untersuchte ein Rhombendodekaëder von Granat mit verhältnissmässig ebenen Flächen von der Saualpe in Kärnthen, welches bis zu einer Tiefe von 4 Mm. äusserlich aus dunkelgrünem feinschuppigem Chlorit bestand. Ein Dünnschliff aus der Grenzzone zwischen Chlorit und Granat zeigt mikroskopisch die Grenzlinie ganz unregelmässig verlaufend, wie angefressen, und die als lange Rechtecke erscheinenden grünlichen Durchschnitte der Chlorittafeln neigen sich, verkehrt dachförmig zusammenstossend, in die Vertiefungen des Granats hinein. Da dabei das ganze Rhombendodekaëder äusserlich ebene Flächen besitzt, so ist klar, dass hier keine Anlagerung von Chlorit, sondern eine von aussen nach innen stattgefundene theilweise Umwandlung vorliegt. Im Granat selbst treten bei gekreuzten Nicols auffallend langgestreckte Prismen als Begleiter von Spaltlinien hervor, welche wahrscheinlich auch Chlorit sind. Uebrigens enthält dieser Granat gleichfalls die schwarzen stäbchenförmigen Körper, welche sich ebenso unverändert auch im Chlorit vorfinden. [1])

Die Melanitkrystalle werden im Durchschnitt braun und sind, wo sie als Gemengtheile von Gesteinen (z. B. Eichberg und Oberbergen im Kaiserstuhl, Perlerkopf am Laacher See) sich finden, meist sehr deutlich aus bestimmt abgegrenzten, lichtern und dunklern abwechselnden Schichten aufgebaut. Bei einem sechseckigen Durchschnitt von 0.1 Mm. Durchmesser wurden sieben solcher schwarzbraunen, braunen und gelbbraunen concentrischen Zonen gezählt, durch welche aber keine der Lamellarpolarisation ähnliche optische Erscheinung hervorgebracht wird. Etwa eingeschlossene Augitmikrolithen oder Apatitnädelchen, welche mitunter dem Schichtenverlauf parallel gerichtet sind, treten im polarisirten Licht farbig und leuchtend daraus hervor. Der Melanit aus den Tuffen von Frascati bei Rom liefert gepulvert dunkelbräunlichgelbe Scherbchen mit einem Stich ins Grünliche, welche durchaus rein und frei von eingemengten Körpern sind;

---

[1]) Tschermak's Mineralogische Mittheilungen 1872. III. 162.

namentlich enthalten dieselben wie gleichfalls die andern Melanite wider Vermuthen auch nicht die kleinsten Partikelchen von Magneteisen.

Der Idokras, der mit Kalkspath in den Vesuvischen Auswurfsblöcken vorkommt, führt nach Sorby[1]) viele Flüssigkeitseinschlüsse, in welchen sich oft so zahlreiche Kryställchen ausgeschieden haben, dass es schwer hält, die Gestalt dieser letztern zu erkennen.

Der dunkelgrüne Epidot (Pistazit) von Arendal und Bourg d'Oisans liefert im dünnen Schliff eine gelblichgrüne Substanz, welche sich von eingewachsenen fremden Krystallen fast immer ganz frei und rein erweist; dagegen enthält sie stellenweise reichlich mikroskopische liquide Einschlüsse, bis zu 0.01 Mm. gross und von sehr verzerrten Gestaltungen, mit einem auch bei 100° C. unveränderlichen und unbeweglichen Bläschen. Die Epidotmasse verhält sich bei der Prüfung mit Einem Nicol ziemlich stark dichroitisch, bedeutend mehr als der Augit, wenn auch nicht so intensiv wie die Hornblende. Innerhalb der Gesteine siedelt sich bekanntlich der Epidot vielfach, namentlich auf Kosten der Hornblende als secundäres Product an; seine kleinen Nestchen und Aederchen bestehen gewöhnlich aus einzelnen strahligen Nadeln und Fasern, welche wegen ihrer lebhaft gelbgrünen Farbe, ihres Dichroismus, ihrer parallelen oder radialen Aggregation und ihrer Vertheilung im Dünnschliff selten verkannt werden.

Ein ganz frisch aussehender Andalusitkrystall von Sellrain in Tyrol ergab sich Fischer im Dünnschliff als ein nicht einheitliches Individuum, sondern zusammengesetzt aus unzähligen geradlinigen, ziemlich selbständigen Fasersystemen, wovon einige unter einander parallel laufen, während andere diese unter verschiedenen Winkeln kreuzen. Damit ist die Aggregatpolarisation verbunden (b. 53).

Die in vielen Mineraliensammlungen irrthümlich unter der Bezeichnung „Couzeranite von Saleix" aufbewahrten dunkelgrauschwarzen Krystalle von scheinbar rechtwinkeliger Säulenform, welche in feinschuppigem graulichbraunem Glimmerschiefer liegen, sind durch Kohlenstoff dunkel gefärbte Andalusite aus den Umgebungen von Barèges und St. Sauveur in den Pyrenäen. Bei schwacher Vergrösserung liefern die Krystalle u. d. M. eine Masse, welche der Hauptsache nach auch grau gefärbt ist, und worin kleine ganz klare und lichte Stellen und schwarze wohlbegrenzte dickere Körnchen hervortreten. Die pelluciden Partieen, welche schön chromatisch polarisiren, sind die eigentliche Andalusitmasse, die schwarzen Flitter, die beim Glühen verschwinden, Kohletheilchen; bei Vergrösserung von 800 löst sich die graue Masse auch in klare Substanz und äusserst winzige Kohlestäubchen ziemlich gut auf.

Bei Pragnères im Thal des Gave de Pau (Pyrenäen) finden sich Schie-

---

[1]) Q. journ. of. the geol. soc. XIV. 1858. 483.

fer mit ausgezeichneten Chiastolithen. In den viele Durchschnitte der Säulen aufweisenden Dünnschliffen erscheint die eigentliche Substanz der Krystalle pellucid, sehr licht gelblichgrau, und sieht frisch und unzersetzt aus; nur da, wo einige Krystalle senkrecht zur Hauptaxe von Sprüngen durchzogen sind, erweist sich um dieselbe die Masse etwas trübe. Da die Chiastolithsäulen unter verschiedenen Winkeln geschnitten werden, so fallen natürlich die gegen die Hauptaxe geneigten Durchschnittsfiguren sehr verschieden und oft als sehr spitze Rhomben aus. Die Krystalle sind gegen den umgebenden Schiefer auf das schärfste abgegrenzt, es finden nicht etwa Uebergänge vermittelst der färbenden Substanz statt. Die dem blossen Auge und der Loupe schwarz erscheinenden centralen Prismen lösen sich u. d. M. als ein Aggregat von kleinen, gänzlich undurchsichtigen schwarzen Flitterchen und Körnchen auf, bald rundlich, bald lamellar, bald ganz verschieden unregelmässig gestaltet, alle aber scharf umrandet. Stellenweise liegen diese Stäubchen so zahlreich und eng zusammengehäuft, dass sie mit einander verwoben erscheinen, stellenweise so locker zusammengruppirt, dass die Krystallmasse zwischen ihnen hervorblickt, wie man es namentlich im polarisirten Licht, in welchem die letztere schöne Farben erhält, sehr deutlich sieht. Sehr häufig sind die schwarzen Schüppchen flaserförmig mit einander verbunden. Das schwarze Centralprisma wird aber gegen die umgebende Krystallmasse keineswegs scharf abgegrenzt, sondern die Menge der das erstere bildenden Körnchen lichtet sich nach aussen zu immer mehr, bis die Krystallmasse dann ganz von ihnen frei ist. Gewöhnlich stellt das centrale Prisma, selbst wenn es eine deutliche Anhäufung einzelner Flitterchen oder nach aussen zu verwaschen ist, in seinem Umriss einen dem ganzen Krystalldurchschnitt vollkommen ähnlichen Rhombus dar; es gibt aber unter denen von Pragnères auch Chiastolithe, bei denen das Mikroskop darthut, dass in der Mitte gar keine regelmässige Figur, sondern ein Haufwerk unregelmässig geformter Klümpchen der schwarzen Substanz vorhanden ist. Mitunter auch zeigt der Durchschnitt mehrere isolirte, ziemlich regelmässig rhombisch begrenzte und nach dem Krystallrhombus orientirte schwarze Gestalten. Sah man auch mit blossem Auge oder der Loupe nur einen schwarzen Kern ohne Verbindungslinien nach den Chiastolith-Säulenkanten, so wies das Mikroskop in manchen dieser Fälle noch ausserordentlich dünne Lamellen auf, welche aus einer Aneinanderreihung schwarzer Körnchen und Stäubchen bestehen und von dem Centralprisma nach den Säulenkanten zu strahlen. Wegen der grossen Feinheit der Lamellen und Prismen gestaltet sich aber diese Ausbildung u. d. M. nicht so deutlich wie dasselbe mit blossem Auge beobachtbare Arrangement in andern Krystallen.[1]

---

[1] F. Z., Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XIX. 1867. 184.

Die Chiastolithe vom Schamlesberg bei Gefrees sind, wie das polarisirte Licht noch besser als das gewöhnliche lehrt, nicht homogen, sondern ein Aggregat von gleichartigen, verwirrt gelagerten Büscheln und Fasern mit hübschen entsprechenden Polarisationserscheinungen, eine Beschaffenheit, welche jedenfalls auf ursprünglicher Bildung, nicht auf einer Umwandlung beruht. Die interponirte Substanz gehört hier nicht, wie man häufig glaubt, dem die Krystalle umgebenden Thonschiefer an, welcher ziemlich krystallinische Ausbildung besitzt, sondern besteht ebenfalls aus schwarzen, impelluciden Körnchen und Klümpchen, die isolirt oder in unregelmässigen Schwärmen und Striemen aggregirt sind (Kohle); dazwischen liegen auch bräunliche etwas durchscheinende Körnchen, vermuthlich Eisenoxydhydrat. Die Vertheilung ist oft ganz irregulär durch den ganzen Krystall, oft recht scharf auf eine eingeschachtelte verjüngte Durchschnittsfigur beschränkt. Die Chiastolithkrystalle selbst sind recht gut gegen den Thonschiefer abgegrenzt, am Rande meist bräunlichgelb gefärbt; Adern eines glimmerähnlichen Minerals, bestehend aus zarten farblosen oder gelblich angehauchten Blättchen, ziehen hinein und hindurch.

Der Dünnschliff der grossen Chiastolithkrystalle von Lancaster, Massachusetts, welchen Fischer untersuchte, bietet ein durchsichtiges Bild von manchfach verwachsenen Systemen farbloser Faser-Federbüsche mit Aggregatpolarisation, zwischen welchen einerseits spärliche durchsichtige, lebhaft farbig und einheitlich polarisirende Körner mit Sprüngen (nach Fischer dem Olivin ähnlich, vielleicht eher Quarz), andererseits in regelmässig disponirten Wischen und Flecken die schwarzen Kohlenflitterchen eingebettet sind, welche die bekannte makroskopische Zeichnung bedingen (b. 53).

Der Wörthit besteht nach Fischer aus einem Aggregat von körnigblätterigen farblosen und durchsichtigen lebhaft polarisirenden Individuen (Quarz?), welches nach allen Richtungen von farblosen oder grauen schmälern und breitern Fasern durchzogen wird (a. 30).

Der Fibrolith (Bucholzit, Faserkiesel) von Bodenmais in Bayern, nur aus Kieselsäure und Thonerde zusammengesetzt, wird mit Recht zu dem Sillimanit, Disthen und Andalusit gestellt. Das eigentliche Mineral besteht aus dünnstengeligen und strahligen farblosen Säulen und nadelähnlichen Mikrolithen. Dünnschliffe und namentlich sehr feine Splitter ergeben, dass diese Individuen bald, wie es scheint, alleinig ein filzartig verworren-faseriges Aggregat bilden, bald aber auch, und zwar in unmittelbarer Nähe solcher Stellen, vereinzelt in einer wasserklaren compacten Masse eingebettet liegen, welche nach allen Kennzeichen als Quarz gelten muss. Es ist auf Grund der Verbindungsweise und der Uebergänge sehr wahrscheinlich, dass auch jenes innige Gewebe von Strahlen und Nadeln noch mit etwas Quarzmaterie getränkt ist. Wo die Mikrolithen locker in dem Quarz liegen, da sind sie oft zerbrochen und in einzelne Glieder zerstückelt. Der

Kieselsäuregehalt des Fibroliths wurde durch die Analysen etwas schwankend befunden. Mit Bezug auf jene Beobachtungen liegt die Vermuthung nahe, dass das eigentliche Mineral mit dem kieselsäureärmsten Thonerdesilicat, dem Disthen, zu vereinigen ist, und dass die grössere Kieselsäuremenge der analysirten Stücke durch beigemengten untrennbaren Quarz hervorgebracht wird.

Die Analysen der **Stauroliths** von verschiedenen Fundorten und selbst von einer und derselben Localität weichen sehr beträchtlich von einander ab: im Allgemeinen variirt die Kieselsäure von 27 bis 51, die Thonerde von 35 bis 55, das Eisenoxyd von 13 bis 23 pCt. und es war nicht möglich, diese verschiedenen Zusammensetzungen auf eine Formel zurückzuführen. Der Staurolith vom St. Gotthardt ist derjenige mit dem niedrigsten Kieselsäuregehalt. M. G. Lechartier [1]) hat nun gezeigt, dass wenn die übrigen Staurolithvorkommnisse, namentlich die aus der Bretagne und aus Bolivia, gepulvert werden, man u. d. M. neben den rothen Körnern des eigentlichen Stauroliths, welche mit dem Pulver desjenigen vom St. Gotthardt übereinstimmen, eine grosse Anzahl farbloser fremder Körner gewahrt. Behandelt man ferner einen dieser in Stücke geschlagenen Krystalle mit Fluorwasserstoffsäure, so wird er in einigen Tagen völlig schwammähnlich, erscheint von zahlreichen Löchern und Canälen durchbohrt und lässt sich zwischen den Fingern zerreiben. Gepulvert weist er jene fremden Körner nicht mehr auf und verhält sich gerade wie der vom St. Gotthardt.

I. St. vom St. Gotthardt aus weissem Schiefer, natürlich reines Material; II. St. ebendaher aus braunem Glimmerschiefer; III. u. IV. St. aus der Bretagne; V. St. von Quimper (Bretagne); VI. St. aus Bolivia.

Vor der Reinigung:

	I.	II.	III. a.	III. b.	III. c.	IV.	V.	VI.
Kieselsäure	,,	36.30	54.15	48.57	46.21	49.39	41.36	,,
Glühverlust	,,	1.03	1.10	1.10	1.30	1.01	1.41	,,
spec. Gewicht	,,	—	—	3.35	—	3.34	3.39	,,

Nach der Reinigung:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kieselsäure	28.21	28.48	28.16	28.98	29.15	29.07
Glühverlust	1.50	1.50	1.55	1.43	1.49	1.39
spec. Gewicht	3.75	3.74	3.75	3.70	3.76	—

Lechartier spricht die höchst nahe liegende Vermuthung nicht aus, dass jene farblosen fremden Körner, durch deren Wegätzung vermittelst

1) Bull. de la soc. chimique (2) III. 1865. 378.

Fluorwasserstoffsäure alle untersuchten Staurolithe der verschiedenen Fundorte denselben Kieselsäuregehalt gewinnen, Quarz seien. Rammelsberg hat aber bei seiner neuesten Besprechung der Staurolith-Zusammensetzung[1]) jene beobachteten Thatsachen gar nicht in Betracht gezogen und hält demzufolge daran fest, dass „die chemische Natur des Stauroliths ein bis jetzt noch ungelöstes Problem" sei.

Durch K. Peters, welchem die Ermittelungen von Lechartier unbekannt geblieben zu sein scheinen, wurde der Staurolith aus dem Gneiss um die Ruine Ehrenfels beim Badeort St. Radegund (in Steiermark) untersucht[2]). Die Dünnschliffe liessen einen überaus regelmässigen polysynthetischen Aufbau und wesentliche substanzielle Differenzen im Innern der Krystalle erkennen. Die Staurolithe bestehen aus normal orientirter, und (nach dem Zwillingsgesetz des Kreuzzwillings) hemitroper Krystallsubstanz; durch diese versteckte Hemitropie wird auch die abweichende Spaltbarkeit erklärt, welche nicht dem Brachypinakoid, sondern der Basis parallel geht. Eigenthümlich ist in den Staurolithen, welche als dünnes Präparat hellgelb werden, das Vorhandensein einer mindestens eben so reichlichen schwarzen Masse, deren Vertheilung nicht selbständig, sondern von der Staurolithsubstanz als dem eigentlichen Krystallkörper abhängig ist. Unregelmässig contourirte Körnchen sind mit rundlichen und zackig-buchtigen Hohlräumen (vielleicht Flüssigkeitseinschlüssen nach Peters), wie sie auch die Staurolithsubstanz nicht entbehrt, zu einem unentwirrbaren Gefüge verbunden, welches mit der Aggregation feiner Ausscheidungen von Picotit Aehnlichkeit hat. Ueber die stoffliche Natur der schwarzen Masse lasse sich kein Urtheil fällen; dem Glimmer kann sie wegen ihrer Härte nicht angehören. Inmitten dieser Substanz oder im innigsten Gemenge derselben mit Staurolithelementen gewahrt man regellos und verschwommen geformte farblose Partieen, welche Peters wegen ihres Verhaltens im polarisirten Licht als ein opalartiges Gebilde ansehen zu dürfen glaubt. Das so verunreinigte Mineral besitzt dennoch nach der sorgfältig von R. Maly ausgeführten Analyse, abgesehen von einem höhern Thonerdegehalt, keine ungewöhnliche Zusammensetzung (Kieselsäure 30.42; Thonerde 54.06; Eisenoxydul 10.09; Kalkerde 0.75; Magnesia 2.01; Glühverlust 1.67, von Maly als Constitutionswasser erachtet). Peters untersuchte nach diesen Ergebnissen auch Staurolithe anderer Fundorte u. d. M. Ein schwärzlicher Staurolith von Offenbanya zeigte allerdings von einer hemitropen Zusammensetzung keine Spur, dagegen ausser der eigentlichen honiggelben Krystallmasse wiederum und zwar in grössern Dimensionen entwickelt die schwarze Substanz und das farblose Mineral, welches indessen hier nicht amorphe Natur besitzt,

1) Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XXIV. 1872. 87.

2) Sitzungsber. d. Wiener Akad. LVII. 1. Abth. 646.

sondern krystallinischer Quarz sein dürfte. Aus einem Kernkrystall und einer Hülle bestehende Staurolithe von Franconia (N. Hampsh.) erwiesen sich als schaalig mit gleicher Orientirung ihrer Felder; die von Peters davon mitgetheilte Zeichnung erinnert sehr an Chiastolith. Die schwarzen Staurolithe aus der Bretagne und von Mindport, N. H., sind nach Peters von völliger Homogenität der Substanz weit entfernt und im hohen Grade porös, wohl auch mit innern Kieselabscheidungen versehen.

Nachdem schon H. Fischer sich für die Richtigkeit der Beobachtung von Lechartier und die Interponirung von Quarz in den Staurolithen der Bretagne ausgesprochen [1]), hat neuerdings v. Lasaulx die verschiedenen Staurolithe eingehend untersucht und sie alle mehr oder weniger von Einschlüssen verunreinigt befunden [2]). Reich daran ist der Staurolith aus dem Glimmerschiefer von Sterzing in Tyrol; die braungelbe Masse ist stark erfüllt mit polarisirenden Quarzpartikeln, welche meist in die Länge gezogen einen gewissen Parallelismus offenbaren und in sich wiederum kleine Krystalle von Quarz, dunkle Glimmerblättchen, Magneteisenkörner und Flüssigkeitseinschlüsse enthalten; braune schief sechs- oder vierseitige Blättchen im Quarz hält v. Lasaulx für Brookit und bringt damit den Titansäuregehalt der Staurolith-Analysen in Verbindung. Lange, etwas bogenförmige concentrisch gelagerte Quarzeinschlüsse schmiegen sich in ihrem Verlauf den Umrissen des Staurolithdurchschnitts an. Ausser dem Quarz beherbergt dieser Staurolith auch Granat mit schwarzen nadelförmigen Mikrolithen darin, schwarze Leisten und Lamellen von Glimmer und zahlreiche Magneteisenkörner. Die braunrothen Krystalle aus dem Pfitschthal sind sehr ähnlich, nur quarzärmer, die Staurolithe von Morbihan aber so reichlich mit hier sehr feinen und gleichmässig vertheilten Quarzpartikeln imprägnirt, dass stellenweise die beiden Substanzen — die eine wasserklar, die andere gelb — sich fast das Gleichgewicht halten. Auch hier dunkler Glimmer und Magneteisen, aber kein Granat, welcher auch dem Staurolith von Aberdeen fehlt, der seinerseits braunrothe Blättchen (Brookit v. L.) führt. Glimmerreich, und viel Magneteisen einschliessend, daneben aber

---

1) b. S. 55.

2) Mineralogische Mittheilungen, gesammelt von Tschermak 1872. III. Heft. 173. v. Lasaulx nennt, die englische Bezeichnungsweise noch weiter ausdehnend, die Einschlüsse von Quarz im Staurolith „Quarzporen", worunter man zunächst wohl eher Poren im Quarz verstehen sollte; er glaubt, dass hier in der That eine secundäre Erfüllung von früher vorhanden gewesenen Hohlräumen mit Quarz vorliege, wogegen freilich seine Beobachtung spricht, dass die Quarze oftmals selbständig dihexaëdrisch oder prismatisch krystallisirt vorkommen. In diesem Falle hätten die Hohlräume im Staurolith zuwider allen Gesetzen, eine solche Form gewissermaassen vorahnend gewinnen müssen, welche für den nachträglich und zufällig infiltrirten Quarz gerade passend gewesen wäre. Die mikroskopische Betrachtung macht den Eindruck, dass die Quarze ursprünglich während des Staurolithwachsthums eingeschlossen wurden.

auch wiederum quarzhaltig ist derjenige von Winkelsdorf in Mähren; kleine parallel gelagerte Quarzleisten erzeugen eine welligstreifige Structur. Die Krystalle von Faido sind fast ganz rein, die von Airolo theils rein, theils aber sehr verunreinigt durch Quarzstreifen, Cyanite, Granaten, kleine Prismen, wahrscheinlich Epidot, Glimmer und fremde Mikrolithen.

Die erkannten Beimengungen erklären zur Genüge die schwankenden Resultate der analytischen Untersuchungen. Der Quarz erhöht den Kieselsäuregehalt, Granat und Glimmer drücken die Thonerdemenge hinab, und beeinflussen mit dem Magneteisen das Verhältniss von Eisenoxydul und Eisenoxyd, der Glimmer bringt die Magnesia hinein. Nun ist es nicht mehr nothwendig, mit Rammelsberg zu unerwiesenen und schwerfälligen Vertretungstheorieen seine Zuflucht zu nehmen. Der von Lechartier angegebene schwer auszutreibende Wassergehalt steht wohl, wie v. Lasaulx vermuthet, mit den liquiden Einschlüssen im Quarz und Staurolith selbst in Verbindung.

Einige der ausgezeichneten **Smaragde** aus der Edelsteinsammlung von Butler befand Sorby so erfüllt mit mikroskopischen Flüssigkeitseinschlüssen, dass sie nur theilweise durchsichtig waren. Das Fluidum dehnte sich beim Erwärmen nicht merklich aus und stellt wahrscheinlich eine starke Salzlösung dar, da es cubische Kryställchen eingeschlossen enthält, welche sich bei gesteigerter Temperatur auflösen und während der Abkühlung wieder herauskrystallisiren[1]) — ähnlich wie diejenigen in den liquiden Einschlüssen etlicher Granitquarze (vgl. S. 57).

Im Beryll beobachtete derselbe Forscher zahlreiche mikroskopische Einschlüsse, welche zwei Flüssigkeiten nebeneinander und eine Libelle enthielten[2]) (vgl. S. 64). Ein indischer Beryll ergab sich Brewster beim Bearbeiten mürb und eine durch ihn betrachtete Kerzenflamme erschien von einem leuchtenden Ring umgeben. Die Ursache dieses Phänomens waren lange und unregelmässige röhrenförmige Hohlräume parallel den hexagonalen Prismenflächen; nach Brewster hatte der aus Fluidum oder Gas bestehende Inhalt der Röhren, welcher beim Schneiden entwich, während der ursprünglichen Bildung den Beryll comprimirt, so dass nun in der Richtung, in welcher nur einfache Brechung hervortreten sollte, Doppelbrechung sich geltend machte[3]).

Im Chrysoberyll aus Brasilien fand Brewster schichtenförmig vertheilte Höhlungen, welche Flüssigkeiten enthielten mit physikalischen Eigenschaften, abweichend von denen des Wassers, indem sie die dreissigfache Expansionskraft besassen. In einem Krystall beobachtete er zwei parallele

---

1) Proceedings of the royal soc. 1869. 295.
2) Ebendas. 295.
3) Philosoph. magaz. (4. ser.) XXV. 1863. 179.

Schichten, von denen eine auf etwa $\frac{1}{7}$ Quadratzoll nicht weniger als 30000 solcher Einschlüsse aufwies. Es liess sich wohl auch noch eine zweite mit jenen nicht mischbare und durch Erwärmung wieder ausdehnbare Flüssigkeit erkennen. Nebenbei beobachtete er Hohlräume, welche ganz mit dem Liquidum gefüllt waren.[1])

Im **Sapphir**[2]) hatte Brewster vereinzelte grössere Flüssigkeitseinschlüsse beobachtet, darunter eine Höhlung von nicht weniger als $\frac{1}{3}$ Zoll Länge, die zu $\frac{2}{3}$ mit einem Fluidum angefüllt war, welches bei einer Erwärmung auf 82° Fahr. (28° C.) durch Ausdehnung den ganzen Hohlraum einnahm[3]). Sorby konnte in vielen Tausend Exemplaren dieses Edelsteins einen so umfangreichen Einschluss nicht wieder auffinden, stellte indess das Vorhandensein sehr zahlreicher mikroskopischer fest und zog aus der Untersuchung der physikalischen Eigenschaften der Flüssigkeit den Schluss, dass dieselbe liquide Kohlensäure sei[4]) (vgl. S. 61). Die Sapphire beherbergen ausserdem kleine fremde Krystalle, zumeist tafelförmig, oft von dreieckigem Umriss mit einem sehr spitzen Winkel; sie sind sehr platt und geben die Farben dünner Blättchen, so dass sie im reflectirten Licht fast wie Schmetterlingsflügel aussehen. Auf die Kante gestellt erscheinen sie wie blosse schwarze Linien und sind den drei Seitenaxen des Sapphirs parallel gruppirt. Diese Kryställchen und die winzigen Flüssigkeitseinschlüsse ertheilen vielen Sapphiren im reflectirten Licht ein milchiges, im transmittirten ein etwas bräunliches Aussehen.

Obschon Rubin und Sapphir chemisch und krystallographisch identisch sind, ist ihre Mikrostructur in mancher Hinsicht doch ebenso charakteristisch verschieden wie ihre Farbe.[5]) Die Zahl der Flüssigkeitseinschlüsse pflegt in den Rubinen viel geringer zu sein als im Sapphir, die grössern derselben sind sehr selten, und ihr Inhalt scheint nach den Expansionsverhältnissen aus Wasser oder aus einer wässerigen Salzlösung zu bestehen. Doch fehlen auch hier höchst minutiöse Einschlüsse von flüssiger Kohlensäure nicht. Die Menge mikroskopischer fremder Kryställchen in Rubinen wird dagegen oft sehr beträchtlich, und Sorby unterscheidet sogar mindestens vier Arten derselben. Einige von ihnen mit sehr scharfer Ausbildung hält er für Oktaëder und glaubt, dass sie dem Spinell angehören; doch entspricht die mitgetheilte Zeichnung mehr einem Rhomboëder nebst horizontal liegender Geradendfläche, womit die angeführte einfache Brechung nicht im Widerspruch stehen würde. Ausserdem finden sich in den

---

1) Trans. of the royal soc. of Edinburgh. X. 10. 19. 35.

2) Sapphir, sowie der folgende Spinell sind hier in ihrer Eigenschaft als Edelsteine zwischen die Silicate eingeschaltet worden.

3) Edinb. journ. of sc. VI. 115.

4) Proceedings of the royal society 1869. 292. 297.

5) Sorby, ebendas.

Rubinen Krystalle von so abgerundeten Formen, dass nur das polarisirte Licht sie als solche erkennen lässt, und zwar sind diese z. Th. völlig farblos, z. Th. von einer mehr oder weniger tief orangerothen Farbe. Viertens erscheinen auch hier die dünnen Täfelchen wie im Sapphir. Abwechselnd einander bedeckende Rubinlagen mit abweichender Lage der optischen Axen gaben Anlass zum Hervortreten von sehr schönen bunten Farbenstreifen im polarisirten Licht.

Der Smirgel besteht u. d. M. einerseits aus einer pelluciden klaren Substanz, andererseits aus mehr oder weniger massenhaft darin eingewachsenen, schwarzen, ganz impelluciden oder nur an den Rändern dann und wann ganz schwach bräunlichschwarz durchscheinenden Körnchen von mikroskopischer Kleinheit und meist von rundlicher oder eckig unregelmässiger Gestalt. Die pellucide Hauptsubstanz ist in sehr dünnen, staubartigen Splittern fast farblos, in dickern Körnchen sehr häufig deutlich blau (oft sehr hübsch blau), hin und wieder etwas ins gelbliche. Man wird nicht irren, in derselben Sapphir- oder Korundmasse zu sehen, und jene opaken Körnchen haben eine solche Aehnlichkeit mit dem in Gesteinen verbreiteten Magneteisen, dass sie wohl unbedenklich dafür erklärt werden können, zumal da in dem höchst fein gepulverten Smirgel diejenigen, welche erreichbar sind, sich durch Salzsäure rasch auflösen. Ausserdem ist die Sapphirsubstanz des Smirgels reich an rundlichen oder eiförmigen, dunkel umrandeten leeren Höhlungen; irgend ein Flüssigkeitseinschluss, wie deren Sorby in krystallisirten Sapphiren auffand, wurde nirgendwo im Smirgel beobachtet. Es unterliegt keinem Zweifel, dass es das mikroskopisch eingemengte Magneteisen ist, welches sowohl die dunkle Farbe, als die unter der des Sapphirs bleibende Härte des Smirgels (Sapphir 100, Korund 77—55, Smirgel 57—40 nach Lawrence Smith), als sein höheres specifisches Gewicht, welches bis zu 4.31 hinaufgeht, herbeiführt, wie dies letztere Naumann schon vermuthete [1]).

Die rothen Spinelle von Ceylon enthalten nach der Beobachtung von Sorby bisweilen mikroskopische Einschlüsse von ganz fremdartiger, abweichender Beschaffenheit, deren bereits S. 65 ausführlich gedacht wurde, ausserdem auch selbständige Krystalle von vorläufig noch unbestimmter Natur [2]). Der schwarze Spinell von Ceylon erlangt keineswegs, wie man leicht vermuthen könnte, seine Farbe durch mechanisch eingemengtes Magneteisen; gepulvert werden seine dünnen Scherbchen, welche sich durchaus rein erweisen, u. d. M. mit tief und heller grüner Farbe stark pellucid. Auch die grossen dunklen Spinelloktaëder von Monroe in New-

1) F. Z. im N. Jahrb. f. Mineral. 1870. 822. Vgl. auch Lawrence Smith in Sillimans americ. journ. XLII. Nr. 124. S. 83.

2) Proceedings of the royal society 1869. 294

York sind in ihren blassvioletten bis fast farblosen dünnen Splittern ganz homogen bis auf einige eingebettete scharf hexagonale Blättchen von rothem Eisenglanz, von welchen die Mehrzahl stark durchlöchert ist (vgl. S. 87).

Der Hercynit bildet nach Fischer ein Gemenge von vier Substanzen: einer spärlichen farblosen, chromatisch polarisirenden, sodann reichlichen smaragdgrünen Blättern, durchscheinenden röthlichen Partieen (welche möglicherweise nur ein Umwandlungsproduct des grünen Minerals sind) und oft dendriten-ähnlich vertheiltem Magneteisen (a. 19). Diese Heterogenität der Masse ist gegenüber der einfachen chemischen Zusammensetzung $\dot{F}e\dot{\bar{A}}l$ recht auffallend.

Der Kreittonit von Bodenmais in Bayern liefert im Dünnschliff wie der Gahnit dunkelgrüne Substanz, die aber reichlich mit Magnetkies durchwachsen ist, mit welchem das Mineral auch dort zusammen vorkommt. (Fischer b. 60).

Die gewöhnlichen schwarzen undurchsichtigen Krystalle des Turmalins von verschiedenen Fundorten ergaben im ganz dünnen Schliff oder als Pulver meist eine blasser oder dunkler perlgraue pellucide reine Substanz, welche sich sowohl von eingewachsenen fremden Krystallen als auch von Flüssigkeitseinschlüssen gewöhnlich völlig frei erweist. Die rosenrothen Turmalin-Krystalle von Elba haben nach G. Jenzsch rechtwinkelig zur krystallographischen Hauptaxe geschnitten ein mosaikartiges Ansehen und sind, wie die mikroskopisch-optische Untersuchung lehrte, aus meist sehr dünnen prismatischen Krystallindividuen zusammengesetzt, bei denen die Ebenen der optischen Axen senkrecht aufeinanderstehen. Jenzsch hält diese Turmaline für optisch zweiaxig. Auch bei den Turmalinkrystallen, bei welchen Kern und Hülle verschieden gefärbt sind, sollen die Ebenen der optischen Axen in der innern und äussern Substanz rechte Winkel bilden [1]).

Topas. In vielen Vorkommnissen von brasilianischen und neuholländischen Topasen nahm Brewster zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse wahr, gefüllt mit Krystallen von verschiedenen Gestalten und verschiedenen physikalischen Eigenschaften. Diese Krystalle sind entweder an den Wandungen befestigt oder beweglich; einige der festen haben vollkommene Ausbildung, und ihre optischen Axen fallen mit denjenigen des sie enthaltenden Topaskrystalls zusammen. In einigen Hohlräumen findet sich nur ein Krystall, in andern zwei, drei und vier und in sehr vielen erfüllen die Krystalle die Höhlungen dergestalt, dass die Libelle in der Flüssigkeit ihre rundliche Form nicht annehmen kann und oft dazwischen kaum erkennbar ist. Bei Anwendung von Hitze verlieren einige Krystalle allmählig ihre Kanten und Ecken und schmelzen langsam, bis keine Spur mehr von ihnen sichtbar ist, andere schmelzen schwieriger und einige widerstehen

[1]) Jahrbücher d. k. Akademie gemeinnütziger Wissensch. zu Erfurt 1861. 1.

der stärksten Hitze, welche Brewster anwenden konnte. Die leicht schmelzbaren Krystalle erzeugten sich rasch wieder und kamen mitunter in einer besser geformten Gestalt wieder zum Vorschein; oftmals regenerirten sie sich aber auch zu amorphen oder körnigen Gebilden. Bei einigen Krystallen, welche eine Tafelform erhielten, machte unter dem Polarisationsmikroskop die Farbe, während die Dicke zunahm, die chromatische Skala durch. Daneben wies Brewster in den Topasen auch unmittelbar allseitig umhüllte fremde mikroskopische Krystalle von scharfer Begrenzung nach, welche grösstentheils erst im polarisirten Licht erkannt werden können. Ueber die Natur aller dieser Krystalle stellt Brewster keine Vermuthung auf. [1])

Ueber Einschlüsse im Topas, welche zwei Flüssigkeiten neben einander aufweisen, vgl. S. 64; über die aus liquider Kohlensäure bestehenden in den Topasgeschieben (pingos d'agoa) vom Rio Belmonte in Brasilien vgl. S. 60 und 65.

Der **Cordierit** wird im Dünnschliff ganz blassbläulich oder blassgelblich bis nahezu farblos und gleicht hier wie in ganzen Stücken oft recht sehr dem Quarz, wovon ihn aber, wenn die Schicht nicht allzu dünn ist, der bei der Prüfung mit Einem Nicol hervortretende starke Dichroismus auf der Stelle unterscheidet. Auch die frischesten Cordierite wie die von Fahlun in Schweden, von Orijärfvi in Finnland pflegen aber längs Sprüngen schon zart metamorphosirt zu sein, woher wohl die ½—2 pCt. Wasser stammen, welche fast alle Varietäten aufweisen. Das Umwandlungsproduct selbst, von dessen Dasein die Handstücke nichts verrathen, erscheint makroskopisch im Dünnschliff als feine trübe Streifchen, welche Sprüngen entsprechen, u. d. M. sind es scharfbegrenzte ganz blass grünlichgraue Körnchen und Fäserchen, die im polarisirten Licht durch chromatische Verschiedenheit noch deutlicher werden. Die Gegenwart dieses Gebildes beugt ebenfalls einer Verwechslung des Cordierits mit dem Quarz vor, welchem etwas Aehnliches allezeit fehlt. Im Ganzen stellt der frische Cordierit meist reine Substanz dar, hin und wieder mit wenig zahlreichen Flüssigkeitseinschlüssen durchsprenkelt. Im dunkelblauen Cordierit von Fahlun liegen schwarze und impellucide, an den Enden zugespitzte bis 0.04 Mm. lange Nadeln, höchst ähnlich denen im labradorisirenden Orthoklas von Frederiksvärn; da wo ein solcher Mikrolith von einem Capillarspältchen getroffen wurde, hat sich auf diesem oft sehr zierlich ein kreisrunder gelbbrauner Hof von Eisenocker um die Nadel ausgebildet.

In einem dunkelblauen Cordieritgeschiebe von Ceylon, welches bunte Farben darbot, gewahrte Kenngott in der Richtung, in welcher die blaue

[1]) Transact. of the roy. Edinburgh soc. VIII. 1845. Vgl. auch eine andere Mittheilung im Philos. magaz. (4. ser.) V. 235, wo eine wie es scheint, sehr zähe, selbst tropfenweise theilbare Flüssigkeit in einem Topas beschrieben ist, in welcher mehrere wohl ausgebildete Kryställchen isolirt umherschwimmen.



Farbe am meisten zurücktritt und fast grau wird, hindurchsehend, bei starker Vergrösserung zahlreiche lamellare Kryställchen von hexagonalen und rhombischen, öfter auch unbestimmten Umrissen, welche entweder dem Eisenglanz oder Göthit angehören. Ob die Farbe eine mehr rothe oder rothbraune sei, ist wegen der dunkeln Farbe des Cordierits schwer zu entscheiden, doch lassen nach ihm die Umrisse und mehr langgestreckten Formen eher auf Göthit schliessen. Diese kleinen lamellaren Täfelchen erzeugen hier eine ähnliche Erscheinung wie beim Sonnenstein (vgl. S. 140 und die Anm.). Ein anderes lichteres Geschiebe enthielt im Innern des Cordierits mehrere kleine durchsichtige und grünlichbraune Kryställchen, von Umrissen, welche auf das rhombische oder tetragonale System verweisen. In einem dritten, noch lichtern Geschiebe beobachtete Kenngott viele lineare gelbliche bis farblose Krystalle, welche ähnlich denen des Sillimanits oder Bamlits sind und nicht allein durch eine Querstreifung auf eine Spaltungsrichtung schief gegen die Hauptaxe hinweisen, sondern diese auch dadurch zu erkennen geben, dass neben langen Krystallen kurze Bruchstücke derselben unregelmässig durcheinander liegen ,,und man, wie bei ähnlichem Vorkommen im Grossen, daraus den Schluss ziehen kann, dass die dünnen zerbrechlichen Krystalle durch die sich gestaltende und überwiegende Masse des Cordierits in der That zerbrochen wurden, und dies Zerbrechen durch eine Spaltungsrichtung von der durch die Streifung angedeuteten Lage sehr begünstigt werden musste.''[1])

Eine ganz eigenthümliche Beschaffenheit offenbart u. d. M. derjenige Cordierit, welcher einen Gemengtheil der sog. Cordieritgneisse bildet (Göhren bei Wechselburg, Gegend von Rochsburg, Galgenberg bei Mittweida in Sachsen, Bodenmais in Bayern). Schon makroskopisch erweist er sich im Dünnschliff milchig-trübe und nur schwach pellucid, selbst bei geringer Vergrösserung in ungeheurer Anzahl imprägnirt mit schmalen fast farblosen oder ganz lichtgrünlichgelben fremden Nadeln. Dieselben liegen bald ganz vereinzelt, bald sind sie zu Haufen zusammengeballt, welche aussen locker werdend sich in einzelne Nadeln auseinanderlösen, bald zu dichten Strängen zusammengeschaart, welche manchfach gewunden und gestaucht verlaufen und sich eisblumenähnlich ausbreiten; bald starren aber auch Theile eines Cordieritkorns dermassen von jenen innigst filzartig verwobenen Mikrolithen, dass die Krystallsubstanz dazwischen gar nicht mehr hervortritt. Die stärksten dieser Prismen, welche etwas abgeplattet und längsgestreift sind, werden 0.25 Mm. lang bei einer Breite von 0.036 Mm. v. Lasaulx, welcher diese Cordierite auch untersuchte[2]), sieht in den Nadeln ,,offenbar ein Umwandlungsproduct des Dichroits'' und glaubt, dass sie vielleicht eine metaxit-

[1]) Kenngott, Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. 1853. XI. 298.

[2]) Neues Jahrb. f. Mineralogie 1872. 831.

artige Form des Talks seien. Wenn auch die durch v. Lasaulx geprüften Präparate von Rochsburg und Wechselburg etwa die Vermuthung erregen könnten, dass jene Mikrolithen ein secundäres Neubildungsproduct auf Kosten des Cordierits darstellen, so sind andererseits die Dünnschliffe von Mittweida und namentlich von Bodenmais geeignet, es höchst wahrscheinlich zu machen, dass sie ursprünglich bei der Bildung des Cordierits von diesem eingeschlossen wurden. Hier gewahrt man Cordieritkörner, in welchen die Nadeln beträchtlich lockerer und kreuz und quer eingelagert sind, oft über ein Gesichtsfeld hin nur ein halbes Dutzend nach allen Richtungen geneigt in der Krystallmasse steckt. Das Bild ist hier durchaus analog mit Prasem oder Sapphirquarz, deren Quarz mit unzweifelhaft gleichzeitig gebildeten Strahlstein- und Krokydolithnadeln durchspickt wird. Manche der kräftigern Nadeln sind, um ihre Ursprünglichkeit darzuthun, vier-, sechsmal in einzelne Stücke zerbrochen. Spricht die ganze Gruppirung und Vertheilung der Nadeln für ihre anfängliche Einschliessung, so stimmt sie andererseits gerade nicht mit dem Auftreten derjenigen Producte überein, welche überall anders als zweifellose Umwandlungssubstanz des Cordierits auftreten: wo immer sonst dieses Mineral einer molecularen Alteration verfällt, da geht dieselbe augenscheinlich von den durchziehenden Spältchen aus. Mit diesen haben aber die Nadeln z. B. der untersuchten Cordierite von Bodenmais und Mittweida entschieden nicht nur nichts zu thun, sondern die Wandungen der diese durchkreuzenden Capillarklüftchen sind gerade so unversehrt und frisch erhalten, dass der Schluss gewiss erlaubt ist, es seien diese Cordierite bis jetzt überhaupt nicht von irgend einer erheblichen Metamorphose erfasst worden, sondern, und zwar sammt den Nadeln, im unversehrt anfänglichen Zustande. Ferner haben, worauf auch schon v. Lasaulx mit Recht hinweist, diese Mikrolithen ihrer Beschaffenheit nach gar nichts Verwandtes mit den sonstigen vielverbreiteten Zersetzungs- und Umwandlungsgebilden der Cordierite. Und wenn man schliesslich in den Dünnschliffen des Cordieritgneisses von Bodenmais gewahrt, wie genau dieselben Nadeln auch den Magnesiaglimmer nach allen Richtungen gerade wie den Cordierit durchspicken, so wird der letzte Zweifel an ihrer Ursprünglichkeit schwinden und es klar werden, dass sie sich nicht erst secundär in dem letztern Mineral entwickelt haben. Schwieriger ist es, eine Vermuthung über ihre mineralische Natur auszusprechen; man könnte vielleicht an Sillimanit oder Disthen denken, welcher als Bucholzit oder Fibrolith wenigstens in Bodenmais den Cordierit begleitet und dort, ganz analoge Mikrolithen bildend, in dem Quarz steckt.

An den Cordierit schliesst sich eine ganze Reihe von Mineralien, welche, wie Shepard, Dana, und sehr eingehend Haidinger gezeigt haben, blos als secundäre Umwandlungsproducte desselben gelten können, die sich in verschiedenen Stadien und Phasen der Zersetzung befinden, und deren Selbstän-

digkeit als Species demgemäss nur schlecht begründet ist. Chemisch besteht der Alterationsprocess bei allen in einer Aufnahme von Wasser, wozu bei mehrern noch ein Verlust von Magnesia oder Kieselsäure tritt. Neben der chemischen Ableitungsfähigkeit dieser Substanzen aus der des Cordierits und der allgemeinen Uebereinstimmung der äussern Formentwicklung war für die Annahme der Umwandlungsvorgänge auch der Umstand entscheidend, dass hin und wieder makroskopisch noch ein Kern frischen Cordierits in den betreffenden Mineralien hervortrat. Zu dieser Sippschaft von Cordierit-Nachkommen gehören Fahlunit, Pyrargillit, Gigantolith, Praseolith, Iberit, Bonsdorffit, Aspasiolith, Pinit, Esmarkit, Chlorophyllit.

Die bis jetzt noch nicht vorgenommene mikroskopische Untersuchung solcher Substanzen im Dünnschliff ist in mancher Hinsicht erspriesslich. Durch die Verarbeitung zu dünnen Plättchen wird von dem Mineral gewissermaassen ein Schleier weggezogen und die innerliche Beschaffenheit enthüllt, welche ein dickeres und daher impellucides Stück desselben nicht offenbaren kann. Mit wenigen Ausnahmen tritt durch den Dünnschliff schon für das blosse Auge hervor, dass Cordieritsubstanz bei den genannten Mineralien in einem unerwarteten Maasse noch zugegen ist. Viele derselben sind eben weiter nichts als Cordierit, der von einem vielverzweigten Adernetz der Umwandlungsmaterie durchzogen wird, welche, ganz übereinstimmend wie beim Olivin, zunächst den zahlreichen Haarspalten folgt (vgl. S. 99). Und weil die Oberfläche der Handstücke fast immer durch eine Wand solcher Ablösungsklüftchen gebildet wird, geschieht es, dass dort blos diese abweichende metamorphische Substanz hervortritt, welche vielleicht nur eine dünne Haut ausmacht. Werden durch Zerschlagen neue Bruchflächen gewonnen, so folgen dieselben wiederum den Capillarspalten, und es ist somit aufs neue das Umwandlungsproduct, welches auch jetzt die Oberfläche abgibt. Erst ein vom Verlauf der Klüftchen unabhängiges Durchschneiden des Stücks legt die eigentliche Structur bloss, und der ursprüngliche noch erhaltene Cordierit bietet dann seine fast farblose Substanz dar, welche bei der Prüfung mit Einem Nicol ihren starken Dichroismus niemals verläugnet. Die mikroskopische Untersuchung der Umwandlungssubstanz selbst und ihres Eingreifens in den Cordierit ist nicht wenig interessant; aber ebenso schwer fällt es, das Beobachtete in solche Worte zu fassen, welche eine deutliche Vorstellung davon begründen könnten (vgl. S. 102).

Bei keinem von allen diesen Cordierit-Epigonen ist die Zerspaltung und die den Klüftchen folgende Umwandlung so gut zu gewahren wie beim Chlorophyllit von Haddam, Connecticut; er besteht vielleicht zu $\frac{18}{20}$ noch aus Cordierit, der selbst ganz reine Substanz darstellt. Längs der sehr zierlich als allerfeinstes netzartiges Gespinnst hindurchziehenden Fugen, welche fast an Blatt-Nervatur erinnern, ist der Cordierit in eine licht-



graulichgelbe etwas faserige Masse verändert, welche mit unzähligen kurzen Borstchen in das noch ganz frische Mineral eingreift; die durchschnittliche Breite der Aederchen mag 0.03 Mm. sein. An breitern Strängen beobachtet man deutlich, wie sie aus einer Vereinigung sehr nahe bei einander befindlich gewesener schmälerer hervorgegangen und von andern querlaufenden einstmals durchsetzt worden sind. Mit diesem mikroskopischen Befunde hängt es wohl zusammen, dass auch chemisch der Chlorophyllit weiter nichts ist als Cordierit, der ohne Aenderung des stöchiometrischen Verhältnisses seiner übrigen Bestandtheile 2 oder 2½ Atome Wasser aufgenommen hat. — Ziemlich ähnlich ist der Aspasiolith von Krageröe, Norwegen, nur hat dabei die von den Spalten ausgehende Metamorphose des auch hier ganz reinen Cordierits schon weiter um sich gegriffen.

In Dünnschliffen des Praseoliths von Bräkke bei Brevig treten makroskopisch Reste verschont gebliebenen Cordierits als rundliche wasserklare Körner hervor. Dieser Ur-Cordierit ist ziemlich reich an bis 0.015 Mm. grossen Flüssigkeitseinschlüssen, davon mehrere in ihrem Liquidum neben der Libelle noch ein kleines (Chlornatrium-) Würfelchen beherbergen, genau so wie in den auf S. 56 und 57 genannten Mineralien; ausserdem stecken im Cordierit spärliche schmale Nadeln von ähnlicher Art wie die oben (S. 209) in denjenigen der Cordieritgneisse erwähnten. Der Praseolith selbst scheint das Resultat einer zwiefachen Umwandlung zu sein: die Hauptsubstanz ist eine in ganz dünnen Schliffen lederfarbige und ziemlich homogene Masse; dieselbe, jedenfalls das Product der ersten Cordierit-Metamorphose, wird nach jeder Richtung durchsetzt von zahlreichen Adern eines blassgrünen breitfaserigen Gebildes, welches nach allem Anschein längs Sprüngen aus jener erstern Masse entstanden ist.

Der Gigantolith von Tammela in Finnland erweist sich u. d. M. entschieden als eines der am weitesten fortgeschrittenen Umwandlungsproducte, worauf gleichfalls die von der des Cordierits recht abweichende chemische Zusammensetzung hindeutet. Kein, auch nicht der spärlichste mikroskopische Cordieritrest ist darin mehr zu entdecken, das Mineral bekundet sich als ein Gewirre von fast farblosen, heller und dunkler grünen kurzen Fasern und Strahlen sowie bläulichgrünen Blättern; die dunkelste Färbung heftet sich an die hindurchziehenden Spältchen, von welchen aus eine weitere Umbildung der selbst schon metamorphischen Masse erfolgt zu sein scheint, insofern die zunächst angrenzenden Fasernadeln darauf mehr oder weniger senkrecht gestellt sind.

Pinit aus der Bretagne liefert eine im dünnen Schliff isabellfarbige Masse, welche, die Faserung parallel der Hauptaxe abgerechnet, ziemlich homogen erscheint; hier und da stecken noch mikroskopische farblose rundliche Körnchen mit starkem Dichroismus darin, und Schnüre einer

dunkelbraunen impelluciden Eisen- oder Manganverbindung verzweigen sich hindurch.

Olivin. Die frischen Olivine tragen Eigenthümlichkeiten genug an sich, um nur selten verkannt zu werden. Sie erlangen im Durchschnitt gewöhnlich eine ganz licht grünlichgraue Farbe, in sehr dünnen Schliffen erscheinen sie nahezu ganz farblos. In der Regel gewinnen sie beim Schleifen keine durchaus glatte Oberfläche (wie etwa Quarz oder Augit), und diese etwas rauhe Beschaffenheit der obersten Ebene gewahrt man unter dem Mikroskop meist noch ganz gut trotz des darüberlagernden Canadabalsams und des Deckgläschens. Wegen dieser Besonderheit wird man den Olivin kaum je etwa mit Quarz verwechseln, welchem er auch an Lebhaftigkeit der chromatischen Polarisation entschieden nachsteht. Von Dichroismus weist der Olivin selbst in dickern Schichten kaum eine Spur auf. Bald zeigen die Olivin-Durchschnitte deutlichere oder rohere Krystallumrisse, bald sind sie ganz unregelmässig rundlich oder eckig. In keinem einzigen Olivin wurde bis jetzt im Gegensatz zu den so häufig begleitenden Augiten und Feldspathen auch nur die entfernteste Anlage zu einer zonalen Schichtenstructur wahrgenommen. Durchschnittlich sinken die Olivine nicht zu sonderlich grosser mikroskopischer Kleinheit hinab, stellen wohl niemals so winzige Gebilde dar, wie sie Augite, Hornblenden, Magneteisen, Leucite so oftmals liefern: eigentliche Olivin-Mikrolithen sind gar nicht bekannt.

Den Olivinen ist bekanntermaassen eine vielseitige Verbreitung eigen; es gibt Massen, welche zum grössten Theil daraus bestehen, und diese treten entweder selbständig auf, oder sie finden sich als erratische eingehüllte Bruchstücke in andern Felsarten; ausserdem spielt der Olivin in mehrern Gesteinen, in denen er theils längst bekannt war (Basalte), theils erst namentlich durch das Mikroskop bekannt geworden ist, die Rolle eines wesentlichen oder charakteristisch accessorischen Gemengtheils.

Die letztern Olivine sind durchschnittlich viel mehr mikroskopisch verunreinigt als die erstern. Die Olivine der Basalte (und diejenigen der Melaphyre) beherbergen reichlich Glaseinschlüsse, oft mit ausgeschiedenen Kryställchen darin und in allen Stadien der Entglasung befindlich; ferner Körnchen von impellucidem Magnet- oder Titaneisen; sodann, als besonders bezeichnende Einmengungen, scharfbegrenzte, sehr oft vier- und dreieckige Körnchen, davon die kleinsten und dünnsten bräunlichgelb oder gelblichbraun (mit einem Stich ins Grün, manchmal auch fast olivengrün) und ziemlich pellucid, die dickern und grössern (kaum über 0.015 Mm.) dunkler bräunlich sind und oft nur an den Rändern gelblich oder grünlich durchscheinen: kaum fehlen dieselben irgend einem der basaltischen Olivine, dagegen wurden sie niemals in den benachbarten Augiten, Feldspathen oder Nephelinen beobachtet. Möglicherweise gehören sie dem Spinell



oder Picotit an [1]), jedenfalls bestehen sie aus einer höchst schwierig zersetzbaren Substanz, da sie sich selbst in sehr stark umgewandelten Olivinen ganz unversehrt erhalten haben. Charakteristisch ist noch für die basaltischen Olivine, dass fremde, nadelförmige Mikrolithen, sei es z. B. von Augit oder Feldspath oder Apatit, noch nie darin wahrgenommen wurden. Flüssigkeitseinschlüsse, welche, wie es scheint, meist von Kohlensäure gebildet werden (vgl. S. 62), liegen auch in manchen dieser Olivine und, wo sie überhaupt vorkommen, recht zahlreich zu Haufen oder Streifen versammelt [2]).

Während die Olivine der sog. Melaphyre sich in ihrer Mikrostructur mehr den basaltischen anschliessen, sind die auch makroskopisch abweichenden der Gabbros in dieser Beziehung vielfach anders beschaffen. So enthalten die Olivine z. B. im Gabbro der schottischen Insel Mull bald in ihrem sonst reinen Innern nur eine grosse Menge dunkler impellucider Körner, die schnurweise hindurchziehen und am Rande zu einem compacten schwarzen Saum angehäuft sind; bald, und zwar meist, beherbergen sie in sich unermesslich viele schwarze oder bräunlich durchscheinende Nädelchen, geradegezogen, geknickt oder gekrümmt (selten über 0.002 Mm. dick, 0.005 Mm. lang), welche streckenweise im grössten Regelmaass parallel gestellt sind, dann aber auch, hakenförmig gebogen, sonderbare sternartige und gitterähnliche Aggregationen erzeugen, wie sie Fig. 59 abbildet. Hin und wieder finden sich anstatt der Nädelchen auch schmale lange Täfelchen. Manche Durchschnitte sind so mit diesen Nädelchen und Körnchen erfüllt, dass sie bei schwacher Vergrösserung ganz bräunlich aussehen, und man sie auf den ersten Blick kaum als verunreinigte Olivine erkennen würde, wenn nicht aus zahlreichen Präparaten der Zusammenhang dieser mit den reinern sich ergäbe. Die Nädelchen und die auch den schwarzen Rand erzeugenden Körnchen scheinen ihrer Substanz nach identisch zu sein. Da dieselben in dem feingepulverten Olivin nach einer Aetzung mit Salzsäure verschwunden sind, so dürften sie vielleicht dem Magneteisen angehören. Die Olivinsubstanz selbst ist als solche recht frisch. Als ebenso auffallend muss es gelten, dass diese Gebilde sich in den vie-



Fig. 59.

---

[1]) Im basaltischen Tuff der Dornburg bei Frickhofen unfern Hadamar fand Kosmann kleine röthliche oktaëdrische Krystalle, welche er mit den mikroskopischen von den Olivinen umschlossenen für identisch hält; jene ergaben eine Zusammensetzung, welche nach Abrechnung verunreinigenden Augits die Spinellformel darstellt, in der allerdings Fe^2O^3 durch $FeO . TiO^2$ vertreten wäre. Sitzgsber. d. niederrhein. Ges. zu Bonn; Verh. d. naturh. Ver. d. pr. Rheinl. u. W. 1869. I. 79. II. 144.

[2]) F. Z. Basaltgesteine S. 58.



len Tausenden der durchmusterten basaltischen Olivine niemals auch nur annäherungsweise zu erkennen gaben, wie dass sie, und namentlich wiederum die Hakensterne in überraschend getreuer Constanz in dem Olivin auch der Gabbros von Skye (Hebriden), von Volpersdorf, aus dem Veltlin u. a. O. wiedergefunden werden.[1])

Interessant und sehr gut mikroskopisch zu verfolgen sind die Zersetzungs- und Umwandlungsprocesse, denen die Olivine der verschiedenen Felsarten unterliegen. Vor allen sonstigen Gemengtheilen, selbst noch vor Magneteisen und Nephelin fallen sie der Metamorphose zum Opfer. Die Veränderung beginnt an den äussern Theilen der Körner oder Krystalle und schreitet dann einwärts fort, indem sie den mikroskopischen Spältchen und Rissen folgt, die den im Innern so vielfach zersplitterten Olivin nach allen Richtungen durchziehen (vgl. für diese Vorgänge die Fig. 44 auf S. 99). Und weil die an solche unregelmässig sich verzweigenden Klüftchen angrenzenden Olivintheile zuerst umgewandelt werden, gibt es ein Stadium der Metamorphose, in welchem der grössere Krystall von Adern einer fremden Materie durchzogen erscheint, welche denselben gewissermaassen in mehrere ringsum eingewickelte Körner zerstückeln, deren verschont gebliebenes Innere dann noch deutlich frisch aussieht. Ganz ähnliche Verhältnisse und Processe treten hier im mikroskopischen Miniaturmaassstabe auf, welche Tschermak treffend bei dem Olivinfels beschrieb.

Das Neubildungsproduct, welches bei dieser Umwandlung — offenbar auf nassem Wege — entsteht, scheint in den meisten Fällen Serpentin zu sein und besitzt bald eine lichter oder dunkler grünliche, bald eine rothbraune, braunrothe oder selbst gelblichrothe Farbe. In Basalten und Melaphyren sind solche Umwandlungen ungemein häufig, und kaum findet man einen derselben, dessen Olivin nicht wenigstens Spuren davon aufweist, und sei es auch nur ein leichtes Angegriffensein längs der Sprünge. Die alten compacten Olivinpartikel stechen recht grell gegen das zwischen hindurchziehende serpentinische Geäder ab, und gewöhnlich erscheint eine fast unvermuthet scharfe Grenze zwischen der ursprünglichen Substanz und ihrem Alterationsprodukt. Bei jeder Stellung der Nicols gewinnen die durchflochtenen Olivinpartikel gleiche Farbe und erweisen dadurch ihre Zusammengehörigkeit zu einem ursprünglichen krystallinischen Individuum. Eine ganz gewöhnliche Erscheinung ist es, dass die kleinern Olivine eines Gesteins schon vollständig jener Metamorphose erlegen sind, welche die grössern nur erst zum Theil an den Rändern und längs der Sprünge erfasst hat. Winzige Olivine, welche man ihrer Farblosigkeit wegen oft nur schlecht erkennt, treten, wenn sie im umgewandelten Zustande dunkelfarbig werden, vortrefflich hervor. Die allmählige Aufzehrung jener Olivinkerne,

---

[1]) F. Z. in Zeitschr. d. d. geolog. Ges. 1871. XXIII. 59.



deren Vorhandensein ein Mittelstadium bezeichnet, lässt sich durch ihre Reduction und ihr successives Aufgehen in Serpentin deutlich selbst an verschiedenen Stellen eines und desselben Präparats verfolgen.

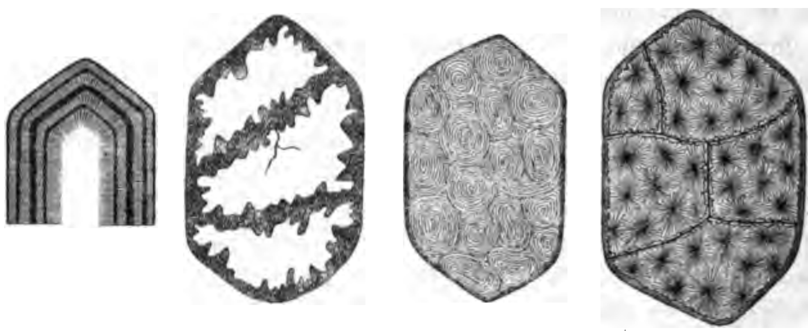


Fig. 60.

Die speciellere Art und Weise, wie sich der Olivin in Serpentin umsetzt, fällt recht verschiedengestaltig aus und ist in Fig. 60 nach den Hauptzügen ihres Verlaufs darzustellen versucht worden. Hier umrandet eine dunkelgrüne feinfaserige Substanz, welche oft aus abwechselnd tiefern und lichtern, der äussern Olivincontour parallelen Zonen zusammengesetzt ist, den frischen Olivinkern, wobei jene Fasern senkrecht auf dessen Umgrenzungslinie stehen. Dort sendet der Serpentin ziemlich scharfbegrenzte spitze Zacken seiner grasgrünen oder röthlichbraunen polarisirenden Substanz, die an ihren Enden etwas lichter gefärbt sind, in das Innere des klaren Olivins hinein. Anderswo in seltenern Fällen erscheinen die Olivine in ein Aggregat von concentrisch-schaaligen Kügelchen umgewandelt, deren Durchschnitt kreisförmige umhüllende Zonen bildet; die einzelnen Ringe von wenigen Tausendstel Mm. Durchmesser sind abwechselnd heller oder dunkler schmutzig grün oder -gelbbraun gefärbt. Oder es findet sich anstatt des frühern Olivins ein Haufwerk von excentrisch feinfaserigen Kügelchen.

An manchen Präparaten, welche von der ursprünglichen Oberfläche des anstehenden Gesteins, z. B. Basalts oder Melaphyrs herstammen, ist deutlich zu gewahren, dass das verbreitete Braunroth des Olivins ein weiteres Stadium der Verwitterung bezeichnet als das Lichtschmutziggrün: die von der ehemaligen Oberfläche am weitesten entfernten Olivine des Dünnschliffs sind vielleicht noch ziemlich frisch; dann folgen nach aussen zu graulichgrün umgewandelte, darauf solche, bei denen diese Farbe schon z. Th. in Braunroth umgeändert ist, und die der Aussenseite zunächst gelegenen Olivine sind alsdann sammt und sonders braunroth geworden; bei letztern ist auch der Umriss meistens theilweise verwischt, während er sich in der durch Schmutziggrün bezeichneten Phase

noch ziemlich gut erhalten hat. Andererseits beobachtet man oft, dass das Röthlichgelb ein Stadium der Metamorphose ist, welches dem Rothbraun vorausgeht; denn letzteres nimmt dann stets die äussersten, ersteres immer die innersten Theile ein. Sollten diese an sehr zahlreichen Olivinen angestellten Wahrnehmungen, wie es scheint, allgemeine Geltung haben, so würde die Metamorphose des Olivins oft mit grünen Farbentönen beginnen und immer mit braunen vollendet sein; ob das (Eisenoxydhydrat bezeichnende) Röthlichgelb gleich unmittelbar oder erst aus dem auf Eisenoxydulsilicat deutenden Grün entsteht, ist zwar wahrscheinlich, aber vorläufig noch nicht genügend festgestellt. Vielleicht hängt es mit dieser Farbenentwicklung zusammen, dass man, während grün metamorphosirte Olivine in den Basalten so häufig sind, in den ältern Melaphyren fast nur braun veränderte antrifft.

In dem schwarzen Gabbro von Buchau ist der farblose Olivin mit einem Netz von Sprüngen durchzogen, an denen er in bouteillengrünen und rostbraunen Serpentin umgewandelt ist, und auf welchen sich, z. Th. in sehr reichlicher Menge formlose schwarze Fetzen und Klumpen, rundliche Körner und scharfe Magneteisenwürfel abgesetzt haben. Die formlose Masse zeigt sich manchmal stellenweise braun durchscheinend und dürfte z. Th. als Eisenoxydhydrat zu deuten sein, welches als Eisenoxydul dem Olivin angehörte und bei der Zerstörung desselben nicht vollständig in den Serpentin übergehen konnte; ein anderer Theil des Eisenoxyduls gab dann zur Bildung von Magneteisen Veranlassung. Bei Behandlung des gepulverten Minerals oder eines Dünnschliffs mit Säure verschwinden die schwarzen und braunen Einschlüsse (R. Hagge).

Bemerkenswerth ist es, wie oft der Olivin in den Felsarten so stark alterirt erscheint, ohne dass die benachbarten Gemengtheile besonders hervorstechende Merkmale der Verwitterung offenbaren, selbst diejenigen nicht, welche sonst als ziemlich angreifbar gelten. Mit Rücksicht auf diesen raschen Ruin des Olivins ist gewiss der Schluss gestattet, dass diejenigen Gesteine, in welchen das Mineral selbst in seinen mikroskopischen Individuen die ursprüngliche Beschaffenheit noch besitzt, wesentlichen Zersetzungsprocessen bis jetzt nicht unterworfen gewesen sind.

Der Hyalosiderit, die eisenreiche immer scharf und regelmässig krystallisirte Varietät des Olivins von Sasbach im Kaiserstuhl ist frisch im Schnitt fast wasserhell durchsichtig mit einem sehr zarten Stich ins Bläulichgrüne. Sehr lebhaft polarisirend lässt er ebenfalls weder irgend eine Lichtabsorption noch deutlichen Dichroismus erkennen. Die charakteristische rauhe Oberfläche des Olivins fehlt dieser Varietät, welche auch an eingewachsenen fremden Körpern sehr arm ist. Die bekannte metallisch-schillernde Oberfläche desselben rührt von einer Umwandlung her, bei welcher sich das Mineral mit einer undurchsichtigen mehr oder weniger dicken

Haut von Eisenoxyd überzieht, die auch auf zahlreichen mikroskopischen Haarspalten hauptsächlich in der Richtung der vollkommensten Spaltbarkeit ($\infty \breve{P} \infty$) meist auch etwas ins Innere eindringt. Die Schüppchen von Eisenoxyd erfüllen oft den Hyalosiderit so vollständig, dass er absolut undurchsichtig, oder doch kaum durchscheinend geworden ist. [1])

Der **Titanit** tritt bekanntlich vorzugsweise in Hornblendegesteine (Syenit, Phonolith, Hornblendegneiss u. s. w.) als accessorischer Gemengtheil ein. U. d. M. sind seine Durchschnitte durch ihre bräunlichgelbe Farbe, geringe Pelluciditat, etwas trübe Beschaffenheit und die gewöhnlich spitz keilförmige Gestalt charakterisirt. Diese Eigenschaften sind in ihrer Vereinigung so bezeichnend, dass man den mikroskopischen Titanit schwerlich mit einem andern Mineral, selbst nicht mit Augit, Hornblende oder Magnesiaglimmer verwechseln wird. Meistentheils erweist er sich frei von fremden Einschlüssen, welche in den benachbarten Gemengtheilen desselben Gesteins vielleicht sehr reichlich vorhanden sind, und gibt dadurch, wie es scheint, seine verhältnissmässig früh erfolgte Ausscheidung zu erkennen (vgl. S. 83).

Die folgenden **Metallsilicate** haben durch H. Fischer eine mikroskopische Analyse erfahren:

Stilpnomelan von Weilburg in Nassau ergab sich als nicht homogen; er besteht im Dünnschliff aus einer lichtbräunlichgrünen Substanz, die sehr dichroitisch ist, und eine so starke Absorption zeigt wie Hornblende; opakes Magneteisen ist darin eingesprengt und die ganze Masse nebenbei stellenweise durchzogen von Adern eines farblosen, durch Poren vielfach getrübten, lebhaft wie Feldspath polarisirenden Körpers, welcher bei der Analyse die geringe Menge von Thonerde, Kali und alkalischen Erden geliefert haben könnte (b. 30).

Anthosiderit von Antonio Pereira in Brasilien stellt ein Haufwerk lichthoniggelber Körner dar, in welches lichtgelbe, an den dünnsten Stellen fast farblos werdende Faserbüschel eingebettet und einige Magneteisenkörner eingestreut sind (a. 7).

Wehrlit von Szurraskö in Ungarn ist ein ausgezeichnetes Gemenge von drei Körpern: reichlichem Magneteisen, einem fast farblosen oder schwach gelblichen Mineral, welches von zahlreichen, oft schwarz getüpfelten Sprüngen durchzogen ist und vielfach an Olivin erinnert, sodann einer holzbraunen, durchscheinenden Substanz, die im Dünnschliff als rundlich ausgebuchtete Lamellen inselartig in dem vorigen enthalten ist. Der Wehrlit gibt schon bei Betrachtung mit einer scharfen Loupe seinen gemengten Character zu erkennen und ähnelt am meisten dem Eulysit von Tunaberg (a. 8).

Hisingerit aus Schweden besteht im Dünnschliff aus einer hell saft-

[1]) Rosenbusch im Neuen Jahrb. f. Mineral. 1872. 59.

grünen, stellenweise intensiver gelbgrünen Hauptmasse, die bei gekreuzten Nicols nicht polarisirt; sie ist ausser dem eingestreuten Magneteisen reichlich durchwachsen von andern polarisirenden Substanzen, von heller gelben durchscheinenden feinstkörnigen Stellen, welche selbst von dunkler gelben Körnern durchzogen werden, sodann von sehr zahlreichen, fast farblosen länglichen Körnchen, die sich wie die letztern mitunter dendritisch aneinanderreihen (a. 10). Die Schwankungen in den chemischen Analysen dürften dadurch ihre Deutung finden.

Gillingit von der Gillinge-Grube in Södermanland besitzt eine gras- bis olivengrüne vorwaltende Masse, worin mehrere andere Körper hervortreten: grössere, dunklergrüne Blätter, eine honiggelbe, etwas verwaschene Substanz, bräunlichgelbe Blätter mit Längsfaserung, rundliche und längliche farblose porenreiche Krystalldurchschnitte (Feldspath?) und eingestreut als Flitter und Körnchen schwarze Partikelchen von Magneteisen (a. 11).

Degeroit von Degeröe in Finnland enthält in einer honiggelben krystallinischen Grundsubstanz reichlich dunklere bräunliche Fetzen, vereinzelte opake Magneteisenkörnchen und farblose krystallinische Blätter von Kalkspath (a. 13).

Der Cerit von Riddarhyttan in Schweden führt in seiner röthlichen Grundsubstanz grünliche Partikel, farblose, verschieden chromatisch polarisirende Stellen (vielleicht Quarz oder Feldspath), schwarze Körnchen und Kryställchen mit Metallglanz und braune z. Th. durchscheinende Theilchen (a. 56).

Hypochlorit von Schneeberg in Sachsen ist nach Fischer ein Gemenge aus drei Substanzen: eine grünliche opake Materie, welche die Hauptmasse des Ganzen ausmacht, grosse farblose lebhaft chromatisch polarisirende Partieen von Quarz und braune, wie Igelborsten kugelig gehäufte Nadeln (a. 28). Das Resultat der Analyse verliert durch diese Beobachtung etwas an seiner Seltsamkeit, wenn es auch noch nicht gedeutet werden kann. Frenzel untersuchte den Bräunsdorfer Hypochlorit, welcher statt des Wismuthoxyds Antimonoxyd enthält in Dünnschliffen und befand denselben in überraschender Weise ebenfalls als ein Gemenge mit höchst ähnlicher Mikrostructur; in einer grünlichen Grundmasse liegen hier zahlreiche Nädelchen mit verschiedener Gruppirung, stellenweise an das Gestrickte erinnernd, stellenweise in der von Fischer für den Schneeberger Hypochlorit angegebenen Lage, bei 150facher Vergrösserung deutlich sichtbar. Frenzel spricht die Vermuthung aus, es könnten vielleicht in dem Bräunsdorfer Mineral Berthierit oder Antimonglanz, im Schneeberger Wismuthglanz eingemengt gewesen und dann die Schwefelverbindungen in die betreffenden Oxyde umgewandelt worden sein[1]).

---

[1]) Journal f. prakt. Chemie (2) IV. 1871. 357.

Erdsalze.

Kalkspath. Schon Sivright und nach ihm Brewster[1]) beobachteten Einschlüsse einer Flüssigkeit im Kalkspath, welche von gewöhnlichem Wasser verschieden ist; die Libellen, welche sich nur zuweilen darin finden, verschwanden bei einer Temperatur von 150° Fahr. (65.5° C.), merkwürdigerweise ohne beim Abkühlen wiederzuerscheinen. Im Allgemeinen pflegen aber doch die ausgebildeten Kalkspathkrystalle der Drusen auf den Erzgängen (Andreasberg, Freiberg, Cumberland, Derbyshire) verhältnissmässig nur selten mikroskopische liquide Partikel zu enthalten, wie dies in ähnlicher Weise bei den auskrystallisirten Drusenquarzen der Fall ist. Die physikalische Beschaffenheit der Flüssigkeit schliesst deren Deutung als reine Kohlensäure aus, meistens scheint sie kohlensäurehaltiges oder Kalkbicarbonathaltiges Wasser zu sein.

Nächst dem Quarz ist wohl der Kalkspath dasjenige Mineral, in welchem bis jetzt die meisten fremden, festen Einschlüsse makroskopisch gefunden wurden: Grünerde, Eisenspath, Malachit, Kupferlasur, ged. Silber, ged. Kupfer, Brauneisenstein, Eisenkies, Magnetkies, Strahlkies, Arsenkies, Kupferglanz, Kupferkies, Buntkupfererz, Silberglanz, Fahlerz, Rothgültigerz, Millerit, Antimonnickel, Steinkohle. Das Mikroskop hat in dieser Beziehung als neuen Beitrag bis jetzt nur die zinnoberrothen oder dunkelorangefarbigen durchscheinenden Nädelchen kennen gelehrt, welche vermuthlich aus Nadeleisen bestehend, in den Kalkspathkörnern von Modum in Norwegen auf gesetzmässige Weise eingewachsen sind (vgl. S. 81 und Fig. 33c). Der schwärzliche dreistrahlige Stern, welcher parallel den Polkanten des Hauptrhomboëders in den halbdurchsichtigen Kalkspathkrystallen der Combination ($-\frac{1}{2}R \,.\, \infty R$) von Schneeberg verläuft, besteht u. d. M. aus aneinandergereihten impelluciden Körnchen von Eisenkies, von denen manche deutliche Würfelgestalt besitzen. Die Pünktchen des dunkeln Kupferkiesstaubs, welcher den Kalkspathkrystallen von Derbyshire und Cumberland so oft interponirt ist, erweisen sich auch bei stärkerer Vergrösserung manchmal als wohlausgebildete Kryställchen.

Mit den vorzugsweise in dem isländischen Doppelspath auftretenden hohlen Canälen hatten sich früher die Physiker Brewster und Plücker beschäftigt, ohne bei deren Deutung das vollständig Richtige zu treffen. G. Rose zeigte[2]), dass jene Canäle sich stets auf den nach der Fläche von $-\frac{1}{2}R$ entstehenden Zwillingslamellen finden, indessen zweierlei Lage aufweisen: sie liegen entweder nur in einer Zwillingslamelle und in einer Richtung, welche parallel ist der horizontalen Diagonale einer Hauptrhomboëderfläche, oder sie stellen sich auf der Durchschnittslinie zweier Zwillingslamellen ein und sind

[1]) Trans. of the royal. soc. of Edinburgh X. 1.

[2]) Abhandlungen der Berliner Akad. d. Wissensch. 1869.

so parallel den Endkanten von $-\frac{1}{2}R$ oder den Seiteneckenaxen des Hauptrhomboëders. In beiden Fällen werden die gewöhnlich nur als dünne feine Linien erscheinenden hohlen Canäle durch unterbrochene Fortsetzung der Zwillingslamellen hervorgebracht. Anknüpfend an die interessanten Entdeckungen von Reusch, dass die Zwillingslamellen im Kalkspath auf künstlich mechanischem Wege durch blossen Druck zu erzeugen sind, fand Rose in solchen gepressten Krystallen auch die hohlen Canäle wieder und ist daher der Ansicht, dass auch die natürlichen Erscheinungen dieser Art durch Pressung entstanden sind, zumal weil sich auf die vorliegende Lamellenbildung die bisherige Idee von einer Drehung des Krystalls um 180° offenbar nicht anwenden lässt.

Wo der Kalkspath als Gemengtheil krystallinischer Massengesteine auftritt, da ist er meistens farblos, weisslich oder lichtgrau, oft etwas trübe und stets durch die vielen schiefwinkeligen Sprünge gekennzeichnet, welche seiner rhomboëdrischen Spaltbarkeit entsprechen. Von Feldspath, womit man ihn vielleicht dann und wann verwechseln könnte, unterscheidet er sich durch seine sehr starke Doppelbrechung, welche entweder mit dem Analyseur allein oder mit dem vollständigen Polarisationsapparat und einem verzögernden Plättchen von bekannter Farbe beobachtet wird.

„Auffallend an das Organische erinnernd" ist nach Ehrenberg[1]) die Structur der Mondmilch von Nanterre und Bar in Frankreich, der Bergmilch von Lischkau und der Kalkguhr von Wunsiedel und der Baumannshöhle. Die Kalkguhr von Wunsiedel, die Bergmilch von Lischkau und die Mondmilch von Bar bestehen aus steifen, einfachen, geraden, feinen Gliederstäbchen, deren elementare Glieder ziemlich gleichförmig sind. Am längsten sind sie in der von Bar. Zusammengesetzter ist ihre Bildung in der Kalkguhr der Baumannshöhle und der Mondmilch von Nanterre; hier lagern sich viele Gliederstäbchen bündelartig so aneinander, dass die Glieder Spiralen bilden; die einzelnen rundlichen Gliedchen messen $\frac{1}{1500}$ — $\frac{1}{4000}$ Linie (0.0015 — 0.00056 Mm.).

Für den sog. Predazzit von Predazzo in Südtyrol, welcher von Petzholdt als eine besondere Mineralspecies von der Formel $2\,\dot{C}a\,\ddot{C} + \dot{M}g\,\dot{H}$ erachtet wurde, hatte schon Damour die Ansicht ausgesprochen, dass er nur ein inniges Gemenge von Kalkstein und Brucit (Magnesiahydrat) sei, von denen der letztere bisweilen deutlich zu erkennen ist. Roth, der für die Selbständigkeit des Predazzits eintrat, fügte noch den benachbarten Pencatit hinzu, welchem er die Formel $\dot{C}a\,\ddot{C} + \dot{M}g\,\dot{H}$ ertheilte. Aber neuerdings haben die mikroskopischen Untersuchungen von Hauenschild[2])

---

[1]) Poggendorff's Annal. XXXIX. 1836. 105, wo auch eine Abbildung gegeben ist.

[2]) Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1869. LX. I. Abth. S. 1. Später hat Lemberg die vorstehenden Resultate durch chemische Reactionen auf das entschiedenste bestä-

die Meinung Damour's vollkommen bestätigt und dargethan, dass Predazzit und Pencatit zusammen in der That nur ein Gemenge von Kalkstein und Brucit in verschiedenen Verhältnissen sind. In den Dünnschliffen tritt u. d. M. der Kalkspath mit seinen rhomboëdrischen Spaltungsflächen vortrefflich hervor, daneben ein vollkommen pellucides, stets farbloses Mineral, welches im Durchschnitt nicht polarisirende Sechsecke und doppeltbrechende Rechtecke liefert, also dem hexagonalen System angehört (Brucit). Wird ein unbedecktes Präparat recht langsam mit sehr verdünnter Essigsäure behandelt, so gewahrt man bei schwacher Vergrösserung sehr deutlich, dass die Kohlensäurebläschen nur von der Grundmasse mit den schiefwinkeligen Spaltungsstreifen ausgehen, während die pelluciden Sechsecke und Rechtecke sich ganz ruhig verhalten, ja augenblicklich noch reiner durchsichtig werden. Dennoch wird das Magnesiahydrat schliesslich von der Säure noch früher gelöst als der kohlensaure Kalk. Aus der verschiedenen Häufigkeit des Brucits erklären sich nun auch die abweichenden Formeln des Pencatits und Predazzits; bei ersterm sind die zahlreichen Brucitblättchen über die Hälfte kleiner als bei letzterm, dazu allerseits umgeben und theilweise durchwachsen von undurchsichtigen schwarzen Körnern, höchst wahrscheinlich Magneteisen. Die Brucitblättchen im Predazzit enthalten noch eigenthümliche Einschlüsse, bald radial ausstrahlende, bald ganz regellos gehäufte schwarze spitze Nadeln, meist gekrümmt, bei starker Vergrösserung Intermittenzen zeigend, wodurch sie perlschnurartig aussehen. Hauenschild vermuthet, dass diese Gebilde mit der Phosphorsäure der Analysen im Zusammenhang stehen und ein Eisenphosphat seien. Die dunkle Färbung und Bänderung des Pencatits rührt vorzugsweise von organischer Materie her.

Im **Gyps** beobachtete Brewster und vor ihm Sivright Einschlüsse einer Flüssigkeit[1]). In einem Krystall von Hall in Tyrol gewahrte Kenngott einen unregelmässigen Hohlraum fast ganz erfüllt mit einer Flüssigkeit; in einem andern Krystall besass dieselbe eine blassgelbe Färbung[2]).

Apatit. Der mikroskopische Apatit bildet als Gemengtheil von Felsarten entsprechend der makroskopischen Ausbildung dieses Minerals ganz

---

tigt; da kohlensaurer Kalk eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd in der Kälte nicht zersetzt, während das Magnesiahydrat schwarzes Silberoxyd abscheidet, so schwärzt sich ein in Silberlösung getauchtes Predazzitblättchen an den Stellen, die aus Brucit bestehen, durch dort ausgefälltes Silberoxyd, wogegen der weisse Kalkspath unverändert bleibt. Ueber diese und andere beweisende Versuche vgl. Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXIV. 1872. 226. Nach Lemberg wird die schwarze Färbung des Predazzits durch feinvertheiltes Schwefeleisen, welches an den Brucit, nicht an den Kalkspath gebunden ist, hervorgerufen.

1) Transact. of the roy. soc. of Edinburgh. X. 1. 35.

2) Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wiss. XI. 380.

unverhältnissmässig lange und schmale farblose Nadeln von einem scharf sechsseitigen Querschnitt, welcher gewöhnlich eigenthümlich grell erscheint. Man darf diese Apatite weder mit den meist kurzen und dicken hexagonalen Nephelinen, welche im Durchschnitt grössere Sechsecke und kurze Rechtecke liefern (S. 145), noch mit den nadelförmigen Mikrolithen von Augit oder Hornblende verwechseln, die immer, wenn auch nur ganz blass, grünlich oder gelblich, niemals völlig farblos sind; von den farblosen Feldspath-Mikrolithen ist der Apatit durch die Schärfe seiner hexagonalen Umgrenzung leicht zu unterscheiden. Die Dicke der mikroskopischen Individuen geht selten über einige Hundertstel Mm. hinaus. Sie treten ebensowohl als selbständige Gemengtheile auf, wie namentlich auch eingewachsen in und durchgewachsen durch andere grössere Krystalle (insbesondere Hornblende, Augit, Magnesiaglimmer), in denen sie förmlich wie Stecknadeln stecken; gewiss darf man daraus auf die verhältnissmässig sehr frühe Ausscheidung dieses Gemengtheils schliessen (vgl. S. 83). Mehr als die horizontal liegenden Nadeln sind es die hexagonalen Durchschnitte, welche die Erkennung vermitteln. Apatitnadeln finden sich häufig nur an gewissen Stellen des Gesteins und dann dort in besonderer Anzahl versammelt, gleichsam als ob die Phosphorsäure ursprünglich nicht gleichmässig durch das Magma vertheilt gewesen wäre.

Oftmals sind die Apatitnadeln nicht rein und homogen, sondern enthalten in sich eine fein staubähnliche, vorzugsweise längs der Hauptaxe angeordnete grauliche oder gelbliche Materie. Während die winzigen Körperchen, aus denen dieselbe besteht, gewöhnlich zu klein sind, um selbst bei stärkster Vergrösserung ihrer Natur nach erkannt zu werden, ergab es sich durch das Studium einiger grösserer Krystalle, dass dieselben gebildet werden aus dunkeln bräunlich durchscheinenden Nädelchen, aus soliden schwarzen rundlichen Körnchen (vielleicht Magneteisenpartikel oder die Durchschnitte jener Nädelchen), aus schmal umrandeten Glaseinschlüssen mit unbeweglichen Bläschen, aus länglichen cylindrischen leeren Hohlräumen, endlich aus rundlichen Hohlräumen, welche eine Flüssigkeit und eine bewegliche Libelle enthalten. In einem Apatit des Hornblende-Andesits vom Hemmerich bei Honnef am Rhein (0.105 Mm. im Durchmesser) fand sich ein eiförmiger Flüssigkeitseinschluss, lang 0.0085 Mm., breit 0.0024 Mm. mit mobilem Bläschen. Die grössern Gebilde mit einer Längsaxe, die Krystallnädelchen und die gestreckten Hohlräume liegen damit fast immer untereinander und zwar mit der Hauptaxe der Apatitkrystalle streng parallel. Die feinausgebildete staubähnliche Materie tritt bisweilen nur als fleckenähnliche Partieen in der sonst reinen Apatitsäule auf; oftmals erlangt übrigens der Apatit durch den eingestreuten „Staub“ selbst einen schwach gelblichen Ton.

Manche Apatite besitzen im Innern sogar eine opake schwarze Substanz, deren Contouren genau mit dem hexagonalen Apatitprisma im ver-

jüngten Maassstabe übereinstimmen; in den Hexagonen zeigt sich daher ein eingeschriebenes schwarzes Sechseck, oft (wie z. B. im Nephelinit des Löbauer Bergs, im Dolerit von Dransfeld bei Göttingen) so gross, dass die eigentliche Apatitsubstanz nur eine schmale farblose Hülle darum bildet, in den mit der Hauptaxe parallelen Schnitten ein breiterer schwarzer Querstreifen (Fig. 61 *a*, *b*). Hin und wieder ergibt es der Querdurchschnitt, dass um eine dickere Apatitnadel längs deren senkrechten Kanten noch sechs andere überaus dünne fadenförmige Apatitchen herablaufen, eine Ausbildungsweise (Fig. 61 *c*), bei welcher die horizontal liegenden Apatite wie gerippt oder gestreift aussehen.

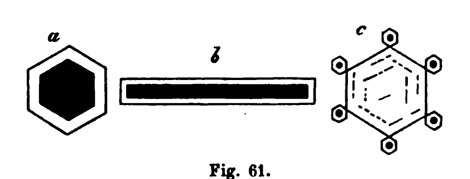


Fig. 61.

Die Apatite gehören trotz ihrer Löslichkeit in Salzsäure zu den Gemengtheilen, welche den die Zersetzung der Felsarten bewirkenden Agentien am längsten Widerstand leisten; selbst in beträchtlich umgewandelten Gesteinen, und wo sie in dürch und durch molecular veränderten Hornblenden und Augiten sitzen, haben sie ihre Klarheit und Grelligkeit oft noch gar nicht eingebüsst. Es scheint demnach, dass man aus dem Verhalten der Felsartengemengtheile gegen Salzsäure nicht ohne weiteres auf deren Angreifbarkeit durch natürliche kohlensäurehaltige Gewässer schliessen dürfe, ein Punkt, welchem die Beschaffenheit des Magneteisens in den Felsarten zur Unterstützung gereicht.

Mikroskopischer Apatit muss zu den allerverbreitetsten Gemengtheilen der krystallinischen Massengesteine gezählt werden, wenn er auch in den meisten nur sehr spärlich vorkommt[1]). Ja er scheint nach den bisherigen Ergebnissen darin derart vertheilt zu sein, dass die Vorkommnisse, in denen er nachweisbar vorhanden ist, diejenigen, in denen er wirklich fehlt, weitaus überragen. Dabei verdient es bemerkt zu werden, dass er sich durch die ganze Reihe von petrographisch und chemisch grundverschieden beschaffenen Felsarten hindurchzieht, angefangen bei den kieselsäurereichsten mit Quarz und Orthoklas bis hinunter zu den kieselsäureärmsten mit basischen Plagioklasen, vielem Magneteisen und Augit, mit Leucit und Nephelin; in Graniten, Quarztrachyten, quarzführenden und quarzfreien Syeniten, Phonolithen, Melaphyren, Dioriten, Diabasen, Basalten u. s. w. In dieser Eigenthümlichkeit kommt ihm nicht einmal das Magneteisen gleich. Hornblende- und Augitgesteine, sonst mehrfach von einander abweichend, sind in gleicher Weise mit Apatit ausgestattet.

In sehr vielen Gesteinen hat man schon Phosphorsäure nachgewiesen,

[1]) F. Z. im Neuen Jahrb. f. Mineral. 1870. 807.



als deren Träger der Apatit gelten muss, zumal sie bei Partial-Analysen in dem löslichen Antheil auftrat. Nach Obigem scheint es fast, als ob man in den meisten massigen Felsarten Phosphorsäure finden würde, nur müssen natürlich bei der Kleinheit der Apatit-Individuen und der oft spärlichen Vertheilung viel grössere Mengen, als man sie gewöhnlich zur quantitativen Analyse verwendet, im fein gepulverten Zustand mit Salzsäure extrahirt werden, um darin vermittelst molybdänsauren Ammoniaks die Phosphorsäure zu erkennen [1].

Ueber den aus titansaurem Kalk bestehenden Perowskit von Vogtsburg am Kaiserstuhl berichtet Fischer, dass er im Dünnschliff eine grünlichgraue durchscheinende Substanz darbietet, welche so viele farblose längliche und runde polarisirende Krystalldurchschnitte in sich eingebettet enthält, dass diese den fünften bis gar dritten Theil des ganzen Krystalls ausmachen (a. 57). — Zu diesen Beobachtungen von Fischer, welche sich als völlig richtig erweisen, mögen folgende hinzugefügt werden. Pulvert man einen solchen Perowskitkrystall, so erhält man dunkelgrünlichgraue Splitter und Scherbchen, welche zwischen den Nicols keine Spur von chromatischer Polarisation ergeben und bei gekreuzten Schwingungsebenen durchaus dunkel werden, sie mögen eine Lage besitzen, welche sie wollen. Die untersuchten Perowskite sind daher übereinstimmend mit ihrem regulären Krystallsystem in der That isotrop und können nicht, wie Des-Cloizeaux von den seinerseits geprüften anführt, als doppeltbrechend und optisch-zweiaxig gelten. Die damit ohne Uebergang eng verwachsene farblose Substanz polarisirt lebhaft und ist in einem Maasse von rundlichen und cylindrischen leeren Poren durchzogen, wie man dies kaum bei irgend einer andern Mineralmasse wiederfindet; neben diesen dunkelumrandeten Hohlräumen liegen auch lichter begrenzte mit einem kleinen unbeweglichen Kreischen in sich, vielleicht Flüssigkeitseinschlüsse. Die mikroskopische Beschaffenheit dieser letztern untermengten Substanz widerstreitet nicht der Vermuthung, dass sie etwa dem Kalkspath angehört: nach Fischer braust der in Salzsäure gelegte Perowskit ziemlich stark. Seltsamerweise verhalten sich die grössern eisenschwarzen Krystalle von Slatoust völlig anders: sie liefern Splitter, welche u. d. M. pellucid und von blass röthlichbrauner Farbe sind, dabei ganz homogen erscheinen und doppeltbrechend sein müssen, da sie sehr kräftig chromatisch polarisiren; dem regulären System können diese letztern Krystalle demnach nicht angehören.

Die Krystalle von **Boracit** verwandeln sich — wie namentlich Volger dargethan hat [2] — durch Zersetzung unter Erhaltung ihrer äussern Form

[1]) Vgl. noch über Apatit Th. Petersen im IX. Bericht des Offenbacher Vereins für Naturkunde 1868.

[2]) Poggendorffs Annal. XCII. 1854. 77.



in Aggregate von zarten fast farblosen bündelartig sich vereinigenden Fasern, deren Entwicklung von allen zwölf Rhombendodekaëderflächen aus gleichmässig gegen das Innere vorschreitet. Volger nennt das neu gebildete Mineral, durch dessen Ansiedlung die Boracitkrystalle trübe und undurchsichtig werden, Parasit: es ist ein minder säurereiches, dagegen wasserhaltiges neues Magnesiaborat. Anfänglich lassen die verschiedenen Systeme von Parasitfasern, welche den einzelnen Rhombendodekaëderflächen entsprechen, geringere oder stärkere Partieen von Boracitsubstanz zwischen sich, indem die Fasern von den Rhombendodekaëderflächen aus in einer höchst regelmässigen Weise sich einwärts verlängern. Diejenigen, welche den Kanten des Dodekaëders zunächst stehen, bleiben kurz, die von diesen Kanten entfernteren werden successiv immer länger, die dem Mittelpunkt der genannten Flächen entsprechenden werden am längsten. So kommt es, dass bei Krystallen, deren Rhombendodekaëderflächen bereits durchaus porös sind und nur aus den in derselben Ebene liegenden Fusspunkten der Parasitnadeln bestehen, die Kanten des Rhombendodekaëders und die diesen entsprechenden Flächen des linken Pyramidentetraëders oft noch ein glasiges Aussehen bewahrt haben. Bei der völligen Umwandlung der Boracitsubstanz berühren sich die Parasitnadeln, zumal diejenigen, welche im Mittelpunkt zusammentreffen, und da mit jenem Process ein Volumverlust verbunden ist, und auch die zartern Parasitindividuen dabei selbst wieder in analoger Weise zerstört werden, so stehen die Nadeln wie die Borsten einer Bürste locker neben einander, nur sehr unregelmässig, je nachdem sich von den zuerst gebildeten Fasern hier oder dort mehrere zu einem Bündel zusammengefügt haben. Zwischen den langgestreckten Bündeln lagert sich in äusserster Feinheit ein spärlicher Brauneisenocker ab, welcher von dem kleinen Eisenoxydulgehalt des Boracits herrührt und das gelbliche trübe Aussehen der Parasitfasern veranlasst.

Mit dieser veränderten Beschaffenheit der Boracitkrystalle stehen nun die an ihm beobachteten eigenthümlichen optischen Erscheinungen der Doppelbrechung im Zusammenhang. Brewster hielt 1821 dafür, dass der Boracit ein wirklich doppeltbrechender Körper sei, Biot war 1841 geneigt, die Beobachtung, dass die Krystalle sich nicht gewöhnlich einfach brechend verhalten, durch Lamellarpolarisation zu erklären, wobei ein doppelbrechender Aufbau aus einzelnen Schichten regulärer Substanz vorausgesetzt wurde (vgl. S. 18). Volger weist mit Recht darauf hin, dass hier durch die Ansiedelung des (wahrscheinlich doppelbrechenden) Parasits die Phänomene der Aggregatpolarisation zum Vorschein kommen. Platten, welche in ihrer Lage den Oktaëderflächen entsprechen, müssen von dreien unter Winkeln von 120° zusammentreffenden Fasersystemen erfüllt sein, welche mit den Oktaëderflächen Winkel von 54° 44′ 8″ bilden; Platten, welche parallel den Würfelflächen geschnitten sind, enthalten vier Systeme recht-

winkelig zusammentreffender Fasern, die mit den Würfelflächen 45° bilden. Des-Cloizeaux hat sich dieser Erklärungsweise, dass die Doppelbrechung auf Grund der Einlagerung zerstreuter Parasitbüschel erfolgt, angeschlossen und zugleich constatirt, dass die Substanz des eigentlichen Boracits in der That einfach brechend ist.

Der sog. dichte Boracit von Stassfurt (Stassfurtit), welcher das Ansehen einer dichten weissen Masse hat, erscheint nach G. Rose bei 360-maliger Vergrösserung als ein Aggregat von lauter ziemlich grossen Krystallen prismatischer Form [1]. Heintz, Ludwig, Potyka und Steinbeck zeigten, dass nach Ausziehung des beigemengten Chlormagnesiumhydrats die Zusammensetzung des Stassfurtits und des eigentlichen Boracits sich nur dadurch unterscheidet, dass ersterer bis 0.6 pCt. Wasser enthält, und Rammelsberg nimmt daher an, dass es sich hier um eine dimorphe Substanz handelt. Hängt aber nicht vielleicht, wie auch Dana [2] und v. Kobell [3] glauben, der Stassfurtit mit dem Parasit zusammen und stellt ein etwas Wasser haltendes, anders gestaltetes Umwandlungsproduct dar? Neuere Untersuchungen an fein zerkleinertem Stassfurtit ergaben, abweichend von Rose's Mittheilung, dass das Mineral aus ganz unendlich dünnen Fäserchen zusammengesetzt ist. U. d. M. wird das winzigste Stäubchen des Stassfurtits zu einem Bündel fast paralleler feinster Fäserchen mit hübscher Aggregatpolarisation; die dickern Pulverkörner sind meist Fragmente von radialstrahligen Zusammenhäufungen, da die einzelnen Fasern bei ihnen büschelförmig von einem Punkte aus divergiren.

Die weissen abfärbenden Knollen des Aluminits von Halle sind nach einer kurzen Mittheilung von Oschatz [4] ein Aggregat von lauter rechtwinkelig vierseitigen mikroskopischen Prismen. Die zerreibliche feinerdige Masse löst sich in der That u. d. M. in eine grenzenlose Unzahl farbloser prismatischer Kryställchen auf, deren Länge nicht über 0.03 Mm., deren Breite nicht über 0.01 Mm. hinausgeht; hin und wieder sind sie zart längsgestreift, an den Enden etwas abgerundet oder, wie es scheint, vierflächig zugespitzt. Die Säulenzone hat indessen nicht, wie Oschatz angibt, quadratischen Umriss; wo eins dieser Nädelchen nicht, nach Art der meisten in den Präparaten, horizontal liegt, sondern aufgerichtet steht, da gewahrt man ganz deutlich einen ziemlich stumpfen Prismenwinkel von ca. 115—120°; der seitliche scharfe ist mitunter durch das Brachypinakoid abgestumpft, so dass die Säulenzone sechsflächig erscheint.

Flussspath. Makroskopische Einschlüsse einer Flüssigkeit („Wasser")

---

1) Zeitschr. d. d. geol. Ges. VIII. 1856. 156.
2) A System of Mineralogy. 5. ed. 1868. 596.
3) Geschichte der Mineralogie 1864. 425.
4) Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. VI. 1854. 261.

in Flussspath werden von Phillips aus den Weardale-Gruben in Durham erwähnt [1]. Auch Kenngott beobachtete einen liquiden Einschluss mit beweglicher Libelle [2]. Nicol sah eine solche Blase beim Oeffnen der Höhlung sich ausdehnen, indem die Flüssigkeit hervordrang und, ähnlich wie S. 63 für den Schwerspath angegeben, würfelige Kryställchen bildete, welche anfangs in der Flüssigkeit schwammen und etwa vierzehn Tage lang fortwuchsen [3]. Brewster führt gleichfalls an, dass der grüne Flussspath von Alston Moor in Cumberland häufig Höhlungen mit Wasser enthalte; manche derselben erreichen eine Länge von ½ Zoll und haben die Gestalt dreiseitiger Pyramiden; die Flüssigkeit dehnt sich beim Erwärmen nicht aus, etliche Einschlüsse enthalten wohl auch noch feste Körper [4].

Der Reichthum an fremden festen makroskopischen Einschlüssen im Flussspath grenzt an denjenigen des Kalkspaths, ohne den des Quarzes zu erreichen. Man hat bis jetzt nach Blum darin gefunden: Quarz, Adular, Hornblende, Glimmer, Steinmark, Karpholith, Eisenglanz, Rotheisenrahm, Nadeleisen, Wismuthocker, Eisenkies, Strahlkies, Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies, Antimonnickel.

Der dichte Flussspath von Stolberg am Harz enthält in seiner farblosen einfachbrechenden Masse mikroskopische bis 0.045 Mm. grosse, recht scharf in der Combination von hexagonaler Pyramide und Prisma ausgebildete pellucide Kryställchen, welche zweifellos dem Quarz angehören; sowohl die Prismen- als die Pyramidenflächen stehen dabei in der charakteristischen Weise (wie z. B. bei den sog. Marmaroscher Diamanten) oft nicht im Gleichgewicht. Der ganz blassgelblichgrüne Ton, welchen diese Kryställchen gewöhnlich besitzen, ist nur die optische Wirkung des Brechungs-Unterschiedes zwischen Flussspath und Quarz. Mit diesen sehr scharfkantig gebildeten Individuen stehen andere abgerundete Körnchen derselben Beschaffenheit in untrennbarer Verbindung, welche bei gekreuzten Nicols ebenso farbig aus dem dunkeln Flussspath-Grunde hervorleuchten, ja stellenweise ist es ein förmlicher mikroskopischer Quarzstaub, welcher in Form von Wolken und Schnüren den Flussspath durchzieht. Ausserdem ist letzterer schwach imprägnirt mit durchscheinenden rundlichen braunen Körnchen, vermuthlich Eisenoxydhydrat und ganz opaken schwarzen Flitterchen, wohl eher Kohletheilchen als Magneteisen.

Wyrouboff, welcher durch chemische Analysen dargethan, dass die färbenden Stoffe im Flussspath verschiedene Kohlenwasserstoffverbindungen seien [5], untersuchte auch vermittelst des Mikroskops an Dünnschliffen die Art

---

1) An elementary introd. to the knowledge of mineral. 3 edit. 1823. 171.
2) Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wiss. XI. 299.
3) Edinburgh new philos. journal V. 95.
4) Transact. of the roy. soc. of Edinburgh. X. 34.
5) Bull. de la soc. chimique de Paris 1866. S. 16.



ihrer Vertheilung in Krystallen und krystallinischen Partieen. [1]) Ein heller, durchaus keinen Geruch entwickelnder Flusspath von Wölsendorf zeigte u. d. M. zwei Systeme von bald bläulichen bald violetten Linien, welche unter einem Winkel von 120° zusammenstossen und in deren Mitte eine andere bisweilen unterbrochene Linie verläuft. Beim allmähligen Erhitzen der Flussspathplatte wandelt sich, bei einem gewissen Temperaturgrad angelangt, die violette Farbe plötzlich in eine purpurrothe um, bleicht alsdann nach und nach und verschwindet endlich ganz. Bei allen blauen und violetten Flussspathen lässt sich eine solche Farbenveränderung wahrnehmen, welche durch die Gleichheit der Pigmente bedingt scheint. Da in blauen Flussspathen, in welchen man u. d. M. violette Streifen gewahrt, bei der Erhitzung nur in diesen violetten Streifen die purpurrothen Farben zum Vorschein kommen, so ist vielleicht das violette Pigment von complicirterer Natur und aus zwei Stoffen, aus einem blauen und einem rothen zusammengesetzt, von denen der erstere flüchtiger als der andere. Die Stellen des Wölsendorfer Flussspathes, welche den Geruch entwickeln, sind stets undurchsichtig, trüb und matt, u. d. M. gewahrt man eine schwarze Partie, welche nur an den Rändern ins Braunschwarze verläuft. Werden Plättchen eines solchen Flussspaths erhitzt, so klärt sich das Schwarz nach und nach auf, und es stellen sich dafür Flecken eines unreinen Blau ein, welche allmählig graue Farbe erlangen; doch ist zur vollständigen Entfärbung derartiger Flussspathe eine etwas höhere Temperatur erforderlich. Demzufolge dürfte wohl das Pigment in den Geruch entwickelnden Stellen ein anderes sein als in solchen, bei denen kein Geruch entwickelt wird: in den erstern findet sich der färbende Stoff ganz regellos vertheilt und behält seine Farbe bei der Erhitzung, bis sie zuletzt verschwindet; in den letztern ist der Farbstoff regelmässig angeordnet und ändert seine Farbe bei der Erhitzung. Nach den mikroskopischen Untersuchungen scheint es aber, als ob das Pigment der riechenden Stellen blos das Product der Umwandlung des Pigments der geruchlosen sei; denn Wyrouboff beobachtete, dass an einer Stelle eines Flussspathschliffs, wo der Geruch sehr intensiv und welche im gewöhnlichen Zustande schwarz war, durch Erhitzung zwei ganz verschiedene Partieen zum Vorschein kamen, eine purpurrothe und eine unrein blaue. In den Flussspathen konnte Wyrouboff durchaus keine mikroskopischen Hohlräume irgend einer Art entdecken, in welchen die Farbstoffe etwa eingeschlossen gewesen wären und es scheint demnach, dass dieselben sich direct der Mineralmasse beigemengt haben, indem sie in den Gewässern enthalten waren, aus welchen sich der Flussspath absetzte. Die verschiedenen Wachsthumsperioden erklären den häufigen Wechsel ab-

[1]) Bull. de l. soc. imp. d. naturalistes de Moscou XXXIX. Nro. 3; der Abhandlung sind schön colorirte Abbildungen beigefügt.



weichend gefärbter Streifen und Lagen an Krystallen und krystallinischen Massen des Flussspaths; die Ablagerungsflächen der färbenden Pigmente entsprechen dem Würfel und Oktaëder.

In einem schwarzen Kryolith von Evigtok in Grönland beobachtete Oschatz in sehr geringer Menge „eine Flüssigkeit in Bläschen"[1]. — Der farblose Kryolith beherbergt in sich eine Menge bis 0.004 Mm. grosse flächenreiche Kryställchen, welche stets isometrisch-rundlich ausgebildet sind. Wegen ihrer Farblosigkeit und starken Lichtbrechung kann man die Contouren nicht scharf und deutlich genug gewahren, vermuthlich liegen reguläre Rhombendodekaëder oder Ikositetraëder vor. Im polarisirten Licht trägt der derbe Kryolith eine chromatische auf die von Websky erkannten Zwillingsgesetze zurückzuführende lineare Streifung (Zwillingsebene wahrscheinlich $\infty\bar{P}\infty$); ein Kryolithpräparat weist nach Art der Statuenmarmore zahlreiche Körner mit verschieden gerichteten Zwillingslamellen auf.

Steinsalz. Die Untersuchung verschiedener Vorkommnisse von Steinsalz u. d. M. wirft nicht nur auf die Beschaffenheit der Einschlüsse von Flüssigkeit, welche bei diesem Mineral makroskopisch am längsten bekannt sind, einiges Licht, sondern lehrt auch noch andere Eigenthümlichkeiten desselben kennen. Die liquiden Einschlüsse pflegen im Einklang mit der Krystallform und der Spaltungsgestalt cubisch zu sein, und dies wird mit einer Constanz innegehalten, wie man es entsprechend kaum bei irgend einem andern Mineral mehr antrifft. Selten ist das abweichende Volumverhältniss zwischen der Flüssigkeit und der inneliegenden Libelle (vgl. S. 46) bei den einzelnen Einschlüssen so offenbar wie hier: die letztern enthalten, ganz unabhängig von ihrer Grösse, bald nur ein ganz winziges fast punktkleines Bläschen in sich, bald reicht die Libelle bis an die Wandungen des Einschlusses, so dass nur dessen Ecken von der Flüssigkeit eingenommen werden. Und deutlich gewahrt man, dass diese Differenz auch nicht etwa auf die verschiedene Tiefe der liquiden Partikel zurückzuführen ist. Sehr zart und fein umrandete quadratische Figuren scheinen die Oberflächen von ganz erfüllten libellenfreien Hohlräumen zu sein, während andererseits daneben auch (ganz leere oder) blos Gas enthaltende und nicht minder würfelförmige Poren vorkommen, die sich durch dunkle Contouren augenblicklich zu erkennen geben. Oft aber findet doch in so fern eine locale Trennung dieser Gebilde statt, dass stellenweise lauter leere Gasporen ohne Flüssigkeitseinschlüsse versammelt sind, anderswo die erstern ganz fehlen und blos die letztern auftreten, bei welchen dann mehr als sonst das Volumverhältniss zwischen Libelle und Liquidum ziemlich übereinstimmt. Die Flüssigkeit ist überhaupt in dem Steinsalz bei weitem mehr auf einzelne Stellen concentrirt, als dies z. B. bei dem Quarz der Fall zu

[1]) Zeitschr. d. d. geol. Ges. VIII. 1856. 314.



sein pflegt. Oft liegen die Einschlüsse auf schief in das Präparat hineinsetzenden Schichten, welche man bei Senkung des Objectivs durch die ganze klare Masse desselben bis zur Unterfläche verfolgen kann, und dann sind die Randlinien der einzelnen gewöhnlich sämmtlich streng parallel gerichtet. Die dunkeln zarten Striche, welche bei schwächerer Vergrösserung das Steinsalz durchsetzen, lösen sich aber bei stärkerer meist in eine perlschnurartige Aneinanderreihung leerer Gasporen auf, welche dann häufig nach derselben Direction cylindrisch in die Länge gezogen sind. Auch die Flüssigkeitseinschlüsse besitzen hin und wieder statt der üblichen cubischen Gestalt eine vorwaltende Längsrichtung; so wurden z. B. die Dimensionen 0.35 Mm. und 0.012 Mm. an einem gemessen, welcher demnach 30 mal so lang als breit war. Abgerundete oder verzerrte Gebilde dieser Art, sonst so vielverbreitet, kommen indess hier fast gar nicht vor.

Die Libellen der mikroskopischen Flüssigkeitseinschlüsse im Steinsalz besitzen bei gewöhnlicher Beobachtungstemperatur eine eigenthümliche Indifferenz in der Beweglichkeit: bei den tausenden, die zur Ansicht gelangten, war auch bei keiner einzigen das leiseste und schwächste freiwillige Zittern wahrzunehmen. Wird das Präparat erwärmt, so verschwindet in denjenigen Einschlüssen, deren Libelle verhältnissmässig klein ist, diese letztere bei ungefähr 80° C. (Hartnacks Objectiv Nr. 4 (vgl. S. 53); die hierzu erforderliche Temperatur ist bei den einzelnen im Gesichtsfeld nicht völlig übereinstimmend, und bei der Abkühlung erscheinen auch keineswegs alle Libellen zu ganz derselben Zeit wieder. Bisweilen glaubt man bei gewöhnlicher Temperatur zu gewahren, dass gleich grosse Libellen in gleich grossen und gleich umrandeten Einschlüssen eine abweichende Contour-Beschaffenheit besitzen, indem sie theils zarter, theils viel dunkler umrandet sind; je feiner ihre äussere Grenzlinie ist, desto rascher verschwinden sie bei gesteigerter Wärme.

Im Allgemeinen will es auf Grund dieser physikalischen Verhältnisse scheinen, dass die verbreitetsten mikroskopischen liquiden Einschlüsse (nicht blos im Knistersalz sondern auch) im gewöhnlichen Steinsalz eher einem Kohlenwasserstoff als der Chlornatrium-Mutterlauge angehören; Kochsalzwürfelchen sind auch bis jetzt noch niemals darin beobachtet worden.

In einem durchsichtigen Steinsalz von Cheshire beobachtete Brewster eine beträchtliche Zahl sehr kleiner unregelmässiger Flüssigkeitseinschlüsse, z. Th. mit einer Libelle versehen, welche sich beim Erhitzen bis zum Verschwinden verkleinerte, bei der Temperaturabnahme wieder erschien und ihre vorige Grösse wieder erreichte. Seltsamerweise berichtet Brewster, dass in den Einschlüssen ohne Libelle auf der Stelle eine solche entstand, wenn eine mässige Erhitzung angewandt wurde und darnach die Temperatur allmählig wieder zu sinken begann. Die Libelle ist (z. B. im Vergleich mit der in der Flüssigkeit des Schwerspaths und Flussspaths, S. 63)

von so geringer Elasticität, dass, wenn ein Sprung das Liquidum trifft, sie dies nicht hinauszutreiben vermag. Bohrt man eine förmliche Oeffnung bis zur Flüssigkeit, so zeigt diese keine Tendenz zu krystallisiren, erst bei der Erhitzung gestaltet sie sich zu dünnen nadelförmigen Kryställchen, die selbst an trockenster Luft rasch zerfliessen. Chlornatrium kann das Liquidum daher nicht sein; Brewster ermittelte durch chemische Reactionen, dass es eine gesättigte Lösung von Chlormagnesium, gemischt mit etwas Chlorcalcium sei[1]. Derselbe Forscher erwähnt später noch das Vorkommen von Flüssigkeitseinschlüssen im Steinsalz von Cheshire, deren Gestalt zuweilen cubisch mit Abstumpfungen der Kanten und Ecken, auch wohl oktaëdrisch ist. Die würfeligen Hohlräume pflegen ganz voll Flüssigkeit zu sein; wo Libellen vorhanden sind, ziehen dieselben sich bei 120° Fahr. (49° C.) auf ein Drittel ihrer anfänglichen Grösse zusammen[2].

An Dünnschliffen Stassfurter Steinsalzes gewahrt man in der ganz wasserklaren reinen Masse makroskopisch eine grosse Menge schmaler weisser Spritzel, wie kurze dünne Striche, bis 2 Mm. lang nach allen Richtungen umherliegend. Sie ergeben sich u. d. M. als krystallinische, mit vortrefflicher Spaltbarkeit nach drei rechten Winkeln versehene Partieen von Anhydrit oder lockerere Aggregate kleiner Anhydritindividuen, welche durch die drei Pinakoidflächen begrenzt werden. Diese eingelagerten Anhydritgebilde, die bei gekreuzten Nicols aus der tiefdunkeln Steinsalzmasse sehr hübsch mit den Farben des angelaufenen Stahls polarisirend hervortreten, sind allesammt in die Länge gezogen und mitunter an den Enden finger- oder büschelähnlich in mehrere nahe bei einander verlaufende Aeste zertheilt. Im Anhydrit selbst liegen oftmals unendlich minutiöse Gasporen. Aussen sitzen an den krystallinischen Anhydritpartieen als letzterzeugtes Product grössere sehr scharf ausgebildete Krystalle von Anhydrit, völlig porenfrei und deshalb klarer, bei welchen man auch Prismen- und Pyramidenflächen erkennt. Auf ihrer Oberfläche finden sich zwischen ihnen und dem umgebenden Steinsalz häufig plattgedrückte leere Hohlräume vertheilt.

Dasselbe Salz führt überdies ausgezeichnete Flüssigkeitseinschlüsse, davon die kleinern fast cubisch, die grössern (bis zu 0.44 Mm. lang bei 0.042 Mm. Breite) unregelmässig gestaltet sind. Innerhalb dieser liquiden Einschlüsse bemerkt man ausser der nie fehlenden Libelle kleine scharf hervortretende Kryställchen von cubischer oder länglich quadratisch-prismatischer Gestalt, übergehend wohl in etwas abgerundete Körnchen. Auf den ersten Blick möchte man diese Kryställchen in der Flüssigkeit vielleicht für Chlornatrium-Würfelchen halten, aber ihr prächtiges und kräftiges Polarisiren belehrt sofort, dass auch sie dem Anhydrit angehören. Mancher flüs-

1) Edinburgh new philos. journal 1829. VII. 114.
2) Transact. of the royal soc. of Edinburgh X. 36.

sige Einschluss ist mit ihnen so vollgepfropft, dass sie gewiss zwei Drittel von seinem Volumen ausmachen. Während der Steigerung der Temperatur beginnt die bei gewöhnlicher unbewegliche Libelle umherzurollen, verkleinert sich und verschwindet in den einzelnen Einschlüssen bei Temperaturen zwischen 80° und 100° C. Das Wiedererscheinen der Libelle erfolgt gewöhnlich bei einer um einige Grade geringern Temperatur. Eine Veränderung in der Grösse oder eine Bewegung der Anhydritkryställchen ist dabei nicht wahrzunehmen. In anhydritreichen Einschlüssen nimmt die sich wiederherstellende Libelle oftmals einen andern Platz ein. Es scheint wohl nicht, dass die Flüssigkeit aus Mutterlauge besteht, aus welcher sich der schwieriger als Chlornatrium lösliche schwefelsaure Kalk abgeschieden hat; eher dürfte ein Kohlenwasserstoff vorliegen.

Was das directe makroskopische Vorkommen von Anhydrit im Steinsalz betrifft, so werden aus dem Stassfurter Vorkommniss auch bis fast erbsengrosse Krystalle ausgewaschen, welche vielfach in die Sammlungen gelangen; ferner erwähnt G. Leonhard grosse Steinsalzwürfel von Wieliczka, in welchen lichtblaue blumenkohlähnliche Partieen von Anhydrit eingeschlossen sind, und R. Blum beobachtete im Salz von Lüneburg Anhydritkrystalle von der Form $(0P \,.\, \infty\bar{P}\infty \,.\, \infty\breve{P}\infty \,.\, \infty P)$. [1])

Ein verunreinigtes Steinsalz von Hall in Tyrol weist im Dünnschliff grössere braunschwarze Flecken und Striemen einer fast opaken Materie auf, welche, wie es scheint, einem bituminösen Thon angehört. Aussen werden dieselben makroskopisch von einem dunkelorangerothen Rand umgeben, der allmählig in das farblose Steinsalz hinein verblasst. U. d. M. beobachtet man, dass dieser Rand aus einem Haufwerk von wohlgebildeten Quarzkrystallen besteht, zwischen denen sich eine unendlich dünne Haut von Eisenocker, wie ein Hauch zart, abgelagert hat. Die Quarze, oft sehr deutlich in der Form $(\infty P \,.\, P)$ krystallisirt, wenden die Spitzen ihrer Pyramiden äusserlich in das reine Steinsalz hinein; die grösste Länge der Individuen beträgt 0.3 Mm., sie polarisiren innerhalb des Salzes sehr lebhaft, und in diesen mikroskopischen Krystallen liegen noch dihexaëdrische Hohlräumchen von nur 0.0012 Mm. Grösse. Ferner sitzen an der äussern Grenze der Quarzaggregate hin und wieder höchst scharf umrandete, von charakteristischen Sprüngen durchzogene farblose Rhomboëder in dem Steinsalz (von 0.15 Mm. grösster Länge); es sind nicht etwa schiefliegende Würfel, denn sie besitzen zwischen den Nicols sehr deutlich doppelte Brechung und gehören zweifelsohne einem rhomboëdrischen Carbonat an. Weder ein Mineral dieser Art noch Quarz wurden bis jetzt, soweit bekannt, makroskopisch in dem Steinsalz beobachtet; die beiden Gebilde

[1]) Die Einschlüsse von Mineralien in krystallisirten Mineralien u. s. w. Haarlem u. Düsseldorf 1854. S. 59. 6.

treten aber nicht isolirt mitten im farblosen Steinsalz, sondern lediglich peripherisch an die verunreinigende Thonmaterie gebunden auf.

Joly berichtet, dass die rothe Farbe der Salzteiche nicht von der Gegenwart der Artenia salina, sondern derjenigen Infusorien herkomme, welche er Monas Dunalii nannte. Nach Marcel de Serres und Joly verdankt diesen auch das rothe Steinsalz seine Farbe, wovon man sich durch Auflösen desselben in Wasser u. d. M. überzeugen könne: es bleiben dann Infusorien zurück, welche ganz analog mit denen der Salzsümpfe zu sein scheinen. Seltsam lautet die fernere Angabe, dass „diese Infusorien" (also die rothen auch in dem nicht gefärbten Steinsalz vorkommen[1]).

Bei den rothen Steinsalzen von Aussee und aus Galizien ist die Farbe jedenfalls nicht auf Infusorien zurückzuführen, von denen sich bei der Lösung im Wasser keine Spur zeigt, sondern auf eine schwach gelblichrothe pulverförmige Substanz in mikroskopischen eingelagerten Körnchen (wahrscheinlich Eisenoxyd), welche zu mehrern zusammenhängend, beim Lösen als winzige ausserordentlich zarte Häutchen zurückbleiben.

Wenn auch in vielen Steinsalzen mikroskopische Einschlüsse einer Flüssigkeit nachgewiesen wurden, so stehen dieselben dennoch stets an Quantität hinter denjenigen zurück, welche das künstliche Kochsalz enthält. Dieser Gegensatz wird, wie es scheint, dadurch bedingt, dass die Bildung des Steinsalzes ungemein viel langsamer von Statten ging, als das Anschiessen der Kochsalzkrystalle erfolgt, welche je rascher sie sich aus der Mutterlauge bilden, desto mehr Partikel derselben mechanisch einschliessen (vgl. S. 43). Damit hängt dann auch das Decrepitiren der letztern bei der Erhitzung zusammen, während das natürliche Steinsalz nicht verknistert. Und so verliert der einst von H. Rose[2]) aus letzterm Umstande abgeleitete Einwand gegen die nasse Bildung des Steinsalzes seine Bedeutung, und wir brauchen weder mit ihm an die Erstarrung einer geschmolzenen Salzmasse noch an eine Entstehung durch Sublimation zu denken.

Das bekannte Knistersalz von Wieliczka ist durch seinen Gehalt an verdichteten Gasen ausgezeichnet. Keferstein[3]) hielt das eingeschlossene Gas, auf dessen Entweichen bei der Lösung das Knistern beruht, für Wasserstoff, Dumas[4]) fand darin Wasserstoff, vermuthete aber auch noch einen Kohlenstoffgehalt. H. Rose[5]) erhielt Wasserstoff, Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoff, Bunsen[6]) gibt als Zusammensetzung an: 84.60 Kohlenwasserstoff, 2.58 Kohlensäure, 2.00 Sauerstoff, 10.35 Stickstoff.

---

1) l'Institut 1840. VIII. 75.
2) Poggendorffs Annalen XLVIII. 1839. 354.
3) Schweigger-Seidel, Jahrb. d. Chemie LIX. 255.
4) Annal. de chim. et de phys. XLIII. 316.
5) Poggendorffs Annalen XLVIII. 353.
6) Ebendas. LXXXIII. 251.



Die mikroskopischen Einschlüsse in diesem Salz stimmen ihrem äussern Ansehen nach mit denjenigen im gewöhnlichen in den Hauptzügen überein. Auch hier cubische, anscheinend leere, sehr dunkel umrandete Poren, Flüssigkeitseinschlüsse, welche, selbst wenn sie dieselben Dimensionen besitzen, bald nur eine höchst winzige, bald eine unverhältnissmässig grosse Libelle in sich bergen. Die mit einer recht kleinen Libelle ausgestatteten liquiden Einschlüsse sind selbst äusserlich meist viel feiner und zarter begrenzt, als die mit einer grossen Libelle versehenen, welche sehr dunkel contourirt zu sein pflegen. Erstere haben fast immer eine scharf würfelförmige Gestalt, die letztern werden auch sehr häufig ganz irregulär langgezogen oder erweitern sich an den Enden sackartig. Mehrfach beobachtet man sanduhrähnliche Flüssigkeitseinschlüsse oder solche, bei denen zwei cubische Höhlungen durch einen langen Canal mit einander in Verbindung stehen, und dann enthält der zusammenhängende und ein Ganzes bildende Einschluss oftmals zwei grosse dunkle Libellen, von denen je eine in den verdickten Enden desselben sitzt. Die mit Rücksicht auf das Volumen der Flüssigkeit kleinen Libellen verschwinden unter Hartnacks Objectiv Nr. 4 bei ca. 100°[1]) und erscheinen bei der Abkühlung plötzlich in ihrer ganzen Grösse oder als mehrere höchst winzige Bläschen wieder, die sich dann unverzüglich vereinigen. Die verhältnissmässig sehr umfangreichen Libellen verändern aber selbst bei 120° weder ihre Form noch ihren Ort. Auch für die kleinern ist die völlige Bewegungslosigkeit bei gewöhnlicher Beobachtungstemperatur wiederum bemerkenswerth.

Untersucht man die Einwirkung des lösenden Wassers auf das Knistersalz u. d. M., so sieht man, wie die anscheinend leeren dunkelumrandeten Poren unter dem charakteristischen Geräusch eine nach der andern zerplatzen, worauf das eingeschlossene Gas als kleine perlschnurähnliche Bläschen in das bedeckende Wasser austritt. Die entstehende Vertiefung füllt sich darauf mit Wasser und erhält so plötzlich natürlich eine sehr zarte Begrenzungslinie. Auch die durch Weglösung des umhüllenden Salzes blosgelegten Flüssigkeitseinschlüsse mit umfangreicher Libelle lassen sehr deutlich Gas in das Wasser treten, welches zweifellos den Inhalt der Libelle bildete; während bei denen mit ganz kleinem Bläschen eine Gasentwicklung nicht so wohl zum Vorschein kommt, und sich auch die Vermischung des Liquidums mit dem Wasser ganz unbemerkbar vollzieht.

Das Knistersalz von Wieliczka enthält auch zahlreiche, selbst bis zu 0.25 Mm. grosse farblose Krystalle von würfelähnlicher oder rechtwinkeligsäulenförmiger Gestalt, welche man im gewöhnlichen Licht auch zuerst für

---

[1]) Wahrscheinlich ist diese Zahl etwas zu hoch, da die Präparate ziemlich dick waren und die Temperatur in deren Innerm gegen die des als Maass dienenden Platinrostes (vgl. S. 52) zurückblieb.

Steinsalz halten mag, bis sie sich im polarisirten Licht als **Anhydrite** zu erkennen geben, begrenzt von den drei Pinakoidflächen. Auf ihrer Oberfläche, auf der Grenze zwischen ihrer Masse und dem umgebenden Steinsalz findet sich, ähnlich wie bei den mikroskopischen Anhydriten im stassfurter Salz (S. 233), wiederum eine grosse Menge allerkleinster Bläschen und Poren, gleich dunkeln Körnchen abgelagert. Auch hier liegen, indess viel seltener, winzige Anhydritkryställchen innerhalb der Flüssigkeitseinschlüsse. Behrens beobachtete einmal im Knistersalz schöne mikroskopische Krystalle von Eisenkies als Oktaëder und Combinationen von Hexaëder und Dodekaëder [1].

Der Sylvin von Stassfurt verhält sich mikroskopisch dem Steinsalz höchst ähnlich; stellenweise lagern cubische libellenführende Flüssigkeitseinschlüsse, bis herunter zu 0.0015 Mm. Kantenlänge zu tausenden neben einander.

Der rothe Polyhalit von Ischl enthält in seiner an sich farblosen polarisirenden Masse röthlich gelbe ganz ungeheuer feine Körnchen, die im Dünnschliff zu Flecken, Wolken und Streifen versammelt sind. Die dicksten Körnchen, kugelrund oder eirund, scheinen bei sehr starker Vergrösserung orangefarben durch und messen nicht über 0.0025 Mm. in der Breite. Selbst mit Hartnack's Immersionsobjectiv Nr. 10 und Ocular Nr. 4 ist der aus unschätzbar kleinen Gebilden dieser Art bestehende allerfeinste röthliche Staub in diesem Salz nicht ordentlich auflösbar. Die Substanz scheint im Einklang mit den Angaben der Analysen Eisenoxyd zu sein, welches aber nur in dieser Form, nicht etwa auch als krystallisirte Eisenglanzblättchen auftritt. Bei der Behandlung des Polyhalits ($2\dot{C}a\ddot{S} + \dot{M}g\ddot{S} + \dot{K}^2\ddot{S} + 2\dot{H}$) mit Wasser bleibt schwefelsaurer Kalk ungelöst zurück, welcher aber nicht etwa als solcher in dem Mineral vorhanden ist, da sich weder im gewöhnlichen noch im polarisirten Licht bei demselben irgend eine Andeutung von einer heterogenen gemengten Beschaffenheit ergibt.

Für den **Carnallit** von Stassfurt wurde es sehr bald bekannt, dass seine rothe Farbe von winzigen Eisenglanzkryställchen herrührt, welche in der Form von sechsseitigen, mitunter aber auch nadelähnlich in die Länge gezogenen Täfelchen durch die ganze Masse vertheilt sind: ausserdem bildet das Eisenoxyd äusserst feine amorphe Partikel [2].

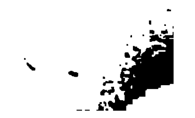
G. Rose [3] beobachtete in Dünnschliffen von braunem Carnallit aus

---

1) Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1. Abth. Dec. 1871. S. 14.

2) Oschatz in Zeitschr. d. d. geol. Ges. VIII. 1856. 308; er erhielt dünne Präparate durch Schleifen unter ätherischem Oel; nach ihm zeigen die Eisenglanzkrystalle keine übereinstimmende Anordnung. Vielfache Streifungen in der Carnallitsubstanz, die sich schon dem blossen Auge bemerkbar machen, deuten Zwillingsverwachsung an.

3) Ebendas. XVII. 1865. 431; vgl. auch die Zeichnungen der mikroskopischen Krystalle in der Schrift von F. Bischof „die Steinsalzwerke bei Stassfurt" Halle 1864.



Stassfurt tafelartige Krystalle in grosser Zahl eingemengt, die unter einander eine parallele, also auch wahrscheinlich zu dem Carnallitkrystall, der sie enthält, regelmässige Lage besitzen. Die Krystalle sind von dreierlei Art: a) sechsseitige Tafeln in drei verschiedenen Lagen; b) rothe platte prismatische Krystalle, oft so lang, dass sie über das ganze Gesichtsfeld hinstreichen; sie besitzen ebenfalls dreierlei Lage, parallel den Seiten eines wenig geschobenen Rhomboids und seiner längern Diagonale. c) weisse wasserhelle sechsseitige Tafeln. Die erstern sind offenbar Eisenglimmer, die zweiten wahrscheinlich auch nur solcher, dessen Krystalle sich nach einer Richtung ausserordentlich verlängert haben; indessen sieht man keinen eigentlichen Uebergang hinsichtlich der Grösse zwischen den sechsseitigen Tafeln des Eisenglimmers und den prismatischen Krystallen; auch scheinen die Seiten der erstern nicht denen der letztern parallel zu sein, was aber auf Täuschung beruhen kann. Oft haben die breiten Flächen der prismatischen Krystalle eine parallele Lage zu den Hauptflächen des Eisenglimmers, und im reflectirten Licht glänzen jene oft ebenso metallisch wie diese, wobei mitunter zwei verschieden gelegene schmale Seiten der prismatischen Krystalle zu gleicher Zeit erglänzen. Die dritte Art von Krystallen besteht vielleicht nur aus wieder neu gebildetem Carnallit.

In dem beim Auflösen des Carnallits in Wasser verbleibenden Rückstand beobachtet man nach demselben Forscher auch sehr nette und deutliche mikroskopische Bergkrystalle (Prisma und Pyramide). Ferner erhält man aus dem Carnallit vegetabilische schwarze Flocken und weisse bandartige Körper; diese vegetabilische Substanz besteht nach der Untersuchung von H. Karsten theils aus deutlichen Zellen von Sphagnum, theils aus nicht bestimmbaren Zellen einer holzartigen Pflanze, vielleicht einer Cycadee.

Die Menge des in Gestalt rother (und vereinzelter schwarzer) Blättchen eingemengten Eisenoxyds beträgt nach H. Rose 0.14 pCt.[1])

Beim Schlämmen des in Wasser unlösbaren Carnallit-Rückstandes beobachtet man nach E. Reichardt[2]) u. d. M. auch schwarze reguläre Krystalle, schöne Oktaëder oder Combinationen des regulären Systems, welche aber nicht, wie man glauben könne, Magneteisen, sondern unmagnetisch seien. Diese Krystalle sind indessen gar nicht regulär, sondern ausgezeichnet rhomboëdrisch, die grössten auch mit der Gradendfläche ausgestattet und gehören sonder Zweifel ebenfalls zum Eisenglanz; manche derselben scheinen in der Mitte cochenilleroth durch. Schwieriger zu deuten sind in dem ausgewaschenen Rückstand intensiv gelbe glashelle höchst scharf ausgebildete Krystalle, welche beim Glühen eine sauer reagirende farblose Flüssigkeit abgeben und Kali enthalten; der Vermuthung Finkener's,

1) Poggendorffs Annal. Bd. 98. S. 161.
2) Neues Jahrb. f. Mineral. 1866. 327.



dass sie vielleicht Alunit seien, scheint ihre Krystallform nicht zu widersprechen; gewöhnlich hüllen sie noch sehr winzige Eisenglimmerschüppchen ein. Seltener finden sich farblose stark lichtbrechende Oktaëder, die an Diamant erinnern, aber nach längerer Behandlung mit Säuren nicht unlöslich sind. Kindt ist geneigt, sie für Boracit zu halten. Ferner gewahrt man in dem Rückstand kleine messinggelbe Pentagondodekaëder von Eisenkies. C. Zinken beobachtete in den den eigentlichen Carnallit unterteufenden sog. harten Salzen (einem bunten Gemenge von Kieserit, Steinsalz, Leopoldit, Carnallit) auch Eisenkiese, vorwaltend Pentagondodekaëder, doch auch oktaëdrische Formen, mitunter eine Grösse von 0.3 Mm. erreichend, meistens viel kleiner, häufig Verwachsungen von zwei und mehrern Individuen darbietend [1]). Und auch das Knistersalz von Wieliczka umschliesst Eisenkies in zierlichen Oktaëdern und regulären Combinationen (vgl. S. 236).

In dem Rückstand des Stassfurter Carnallits fand A. Göbel ausser den vielen mikroskopischen Quarzen auch einzelne Gypskryställchen, sodann Reste von Kieselpanzern, unter denen Bruchstücke eines Coscinodiscus deutlich erkennbar waren. Nach E. Reichardt sei neben dem Eisenglimmer auch Eisenoxydhydrat in dem Carnallit vorhanden, in Gestalt zusammenhängender fadenähnlicher Massen, welche völlig das Aussehen von organischen Resten gewährend, beim Lösen des Carnallits in Wasser zurückbleiben. Doch sollen nach Pringsheims Untersuchung d i e s e Gebilde kein Zellgewebe ergeben.

Sonderbare Ergebnisse lieferten die mikroskopischen Untersuchungen, welche Ad. Göbel zuerst an den knollenförmigen amorphen Massen ziegelrothen bis blutrothen Carnallits aus dem Steinsalzlager von Maman (im südöstlichen Theile von Aderbeidjan) in Persien anstellte. [2]) Legt man ein Stück desselben in Wasser, ohne das letztere zu agitiren, so löst sich der Carnallit unter Entwicklung zahlreicher Luftbläschen zwar vollständig auf, aber in der Lösung bleibt ein weiches voluminöses, flottirendes Gebilde von der Grösse, Form und Farbe des ursprünglichen Stücks suspendirt zurück, welches von so ausserordentlicher Zartheit ist, dass es sich beim Schütteln des Wassers gleich in mehrere Partikel zertheilt. Diese ziegelfarbene Substanz zeigt sehr feine, parallel übereinandergelagerte hellere und dunklere Streifen und wird von Göbel als ein organisirter Körper betrachtet, der sich den niedrigsten bekannten Pflanzenformen anreiht. Aus dem Wasser genommen, sinkt sie zu einem schleimigen Klumpen zusammen, der, abermals in's Wasser gebracht, nicht wieder zu seiner vorigen Gestalt aufquillt. U. d. M. erweise sie sich bei schwächerer Vergrösse-

1) Neues Jahrb. f. Mineral. 1867. 841.
2) Bull. de l'Académ. de St. Pétersbourg 1866. IX. 1.



rung als ein sehr feines, farbloses, bisweilen gelblich gefärbtes, schwammiges Gewebe, dessen Grundsubstanz scheinbar völlig structurlos, aber mit zahllosen starren Nädelchen und runden Körperchen von grosser Winzigkeit erfüllt ist. Die spiessigen Nadeln, davon die längsten und feinsten oftmals gebogen (bis zu 0.1 Mm. lang, nicht über 0.0012 Mm. dick), sind nach allen Richtungen hin gelagert, aber es tritt doch eine gesteigerte Anhäufung derselben in abwechselnder linear-paralleler Richtung deutlich hervor, welche der horizontalen Schichtung des Salzes entspricht. Sehr starke Vergrösserung löst das scheinbar structurlose Gewebe stets in ein filzartiges Haufwerk dieser feinen nadelartigen Gebilde (welche sich dabei als geschlossene, mit färbender Substanz erfüllte Röhren erweisen sollen) mit dazwischenliegenden Körnchen auf. Diese letztern, in unzähliger Menge vorhanden, sind dunkle runde Körperchen von unmessbarer Kleinheit bis zu 0.0092 Mm. im Durchmesser; die grössern dieser Körnchen lassen stets eine scharfe äussere Contour und einen carminrothen bis blutrothen „Inhalt" erkennen und bedingen so vorzugsweise die Farbe des Carnallits. Bei den wenigen grössern verfolgt man einen deutlichen Uebergang von der runden scheibenförmigen zur scharf ausgeprägten sechsseitigen Gestalt. Diese Körnchen, welche Göbel nicht zu deuten wagt, sind, sowie die eben erwähnten Röhrchen doch wohl gewiss nichts anderes als Eisenoxyd. Ausserdem erscheinen als zufällige Beimengungen noch Quarzkörnchen (einigemal krystallisirt) und einzelne kieselschaalige Diatomeenpanzer. — Das ganze Gebilde verglimmt auf einer Glasplatte unter eigenthümlich empyreumatischem Geruch. Der geglühte Rückstand zeigt die Nadeln und Körnchen völlig unverändert, Salzsäure löst die beiden letztern Körper aber rasch auf (Eisenoxyd). Göbel denkt bezüglich der Entstehung an einen Petrificationsprocess, bei welchem an Stelle der Sarcode in der ursprünglichen Salzlauge vegetirender Schwämme Carnallitsubstanz getreten sei.

Auch in dem Carnallit von Stassfurt fand Göbel angeblich Schwammgebilde in Fülle vorhanden, welche sich, wenn auch an mikroskopischer Gestaltung nicht identisch mit denen von Maman, doch vollkommen analog und z. Th. weit instructiver erweisen. Hier sei es gleichfalls ein schwammartiges Nadelfilzgewebe, welches in reinen Stücken von Carnallit dessen äussere Form bedingt. Die Grundsubstanz dieses voluminösen Filzes (der frühern Beobachtern vielleicht deshalb entgangen sei, weil er durch das Agitiren des Wassers beim Auflösen zu einem winzigen unentwirrbaren dichten Klümpchen zusammensinkt) bildet eine scheinbar ganz structurlose Masse, wie solche der Sarcode von Schwämmen oder manchen Pilzen eigenthümlich ist. Erfüllt werde dieselbe mit zahllosen freiliegenden rothen zellenähnlichen Körperchen, Scheibchen, hexagonalen Täfelchen (deren Natur als Eisenoxyd Göbel nicht hervorhebt) und „Spiculae" (wahrscheinlich die in die Länge gezogenen Eisenglimmertafeln), davon die breitesten im



Mittel mit 0.012 Mm. Durchmesser; diese Spiculae sollen hohl sein, da die färbende Substanz bisweilen Unterbrechung erleidet und das Innere nicht gänzlich ausfüllt (vermuthlich die häufig vorkommende zerlöcherte Beschaffenheit der Eisenglanzlamellen).

Eine ähnliche Structur führt Göbel für den Tachhydrit von Stassfurt an (a. a. O. 23).

J. Fritzsche, welcher die von Göbel an dem Carnallit von Stassfurt angestellten Versuche wiederholte, fand, dass er beim Auflösen in Wasser zwar kein zusammenhängendes Gebilde zurücklässt, dass aber zahlreiche kleine flottirende Theile eines solchen an die Oberfläche steigen; diese Flocken können indess nach ihm keineswegs als eine organisirte Substanz gelten. Auch die sog. Spiculae und die zellenähnlichen Körper hält er gewiss mit Recht für krystallinische, auf unorganisch-chemischem Wege entstandene Einlagerungen von wahrscheinlich reinem Eisenoxyd.[1])

Der kryptokrystallinische Kieserit von Stassfurt enthält nach E. Reichardt mikroskopische sehr deutliche Krystalle von Anhydrit, welche beim Lösen in Wasser zurückbleiben.[2])

Das **Eis**[3]) krystallisirt bekanntlich in dem rhomboëdrisch-hexagonalen System, gewöhnlich als hexagonale Tafeln mit 0R . ∞R oder 0R . ∞P2 (Reif)[4]). Der Schnee bildet zarte nadelförmige Krystalle, die sich zu sehr zierlich und fein gestalteten Zwillings- und Drillingsgruppen, von der Form sechsstrahliger Sterne zusammenlegen. Hin und wieder sind aber auch Schneesterne beobachtet worden, denen eine tetragonale Figur zu Grunde liegt, wodurch ein Dimorphismus des Eises wahrscheinlich wird.

Die rosenrothe bis blutrothe Farbe, welche der Hochgebirgsschnee bisweilen aufweist, rührt nach Basswitz, Schimper und Ehrenberg von mikroskopischen Algen namentlich Sphaerella nivalis (Protococcus niv.) her, deren Zellen in der Jugend grün, im Alter roth sind. Nach Shuttleworth verdankt der rothe Schnee nicht blos dem Protococcus (Sphaerella) nivalis, sondern 3 oder 4 Arten rother und grauer Infusorien und dem Protococcus nebulosus seine Farbe: bei 300maliger Linear-Vergrösserung schienen ihm die zwei rothen Arten Astasia zu sein. Der Menge nach verhielten sich

---

1) Bulletin de l'académie de St. Pétersbourg IX. 1866. 56. Fritzsche erwähnt, beim Auflösen des Carnallits in Wassers jederzeit das vom Knistersalz bekannte Geräusch vernommen zu haben.

2) Neues Jahrb. f. Mineral. 1866. 343.

3) Das in jedem System eine besondere Stellung einnehmende Metalloidoxyd Eis mag hier an den Schluss der Erdsalze gereiht werden.

4) Ueber die Krystallisation des Eises vgl. Leydolt in Sitzungsber. d. Wien. Akad. VII. 477; auch A. E. Nordenskjöld im Journ. f. prakt. Chemie LXXXV. 431, welcher es für dimorph hält, indem eine Form wahrscheinlich rhombisch sei.

die Individuen von Protococcus nivalis zu den Infusorien, deren Farbe weit lebhafter ist als die des Protococcus, wie 3 oder 4 : 1000.[1])

Auf Grund der regelmässigen Formen der Schneeflocken liess sich schon erwarten, dass auch das compacte Eis eine krystallinische Structur besitzt, wenngleich es keine freien selbständigen regelmässigen Krystallflächen darbietet. Die Mikrostructur der auf stillem Wasser gebildeten Eisdecken wurde durch die Beobachtung Brewsters erklärt, dass sie im polarisirten Licht die kreisrunden concentrischen bunten Farbenringe, durchzogen von dem schattigen schwarzen Kreuz aufweisen; diese Eiskrusten sind demzufolge aus stengeligen Individuen zusammengesetzt, welche mit ihren krystallographischen Hauptaxen sämmtlich auf die Oberfläche senkrechte Stellung besitzen. Schmid's und Bertin's spätere Untersuchungen führten zu demselben Resultat. Das Ringsystem des See-Eises, welches man in der Turmalinzange sieht, ist ganz dasjenige des Kalkspaths, nur sind selbst bei einer dicken Platte vermöge der geringern Doppelbrechung des Eises die Durchmesser der Ringe noch ziemlich gross. Bei Eiszapfen stehen die Hauptaxen senkrecht gegen die Längsrichtung des Cylinders. Tyndall hat in sehr ingenieuser Weise die Structur des klaren Eises und seine Zusammensetzung aus Krystalliten-ähnlichen Sternen vermittelst des durchgehenden Strahls einer electrischen Lampe experimentell zur Anschauung gebracht[2]).

Durch optische Untersuchungen wurde zuerst durch v. Sonklar dargethan und von Bertin später bestätigt, dass die Körner des Gletschereises trotz ihrer sehr unregelmässigen Gestaltung dennoch als wirkliche Eis-Individuen gelten müssen. Eine aus dem Eis des untern Grindelwaldgletschers horizontal herausgeschnittene Lamelle von ungefähr 3 Mm. Dicke bot nach J. Müller[3]) zwischen den gekreuzten Nicols eines einfachen Polarisationsapparats der Hauptmasse nach einen von einer gleich dicken Seeeis-Platte ganz verschiedenen Anblick dar, indem sie nämlich keineswegs, wie es bei letzterer alsdann der Fall, ihrer ganzen Ausdehnung nach gleichmässig dunkel, sondern auf das verschiedenste bunt gesprenkelt erschien mit blauen, grünen, gelben, rothen Flecken, untermischt mit grauen, bald mehr hellen, bald mehr dunkeln. Diese Platte war demnach vorwiegend zusammenge-

1) Briefl. Mittheilung von Agassiz im Neuen Jahrb. f. Mineralogie 1840. 93.

2) Die Wärme als Art der Bewegung 1867. 140; vgl. auch Vogelsang, Archives néerlandaises VII. 1872.

3) Poggendorffs Annalen 1872. CXLVII. 624, wo Einsprache erhoben wird gegen die Meinung von Grad, dass die Structur des Gletschereises im untern Theile des Gletschers sich der krystallinischen des See-Eises nähere, ja dass das Gletschereis eine an sich amorphe Masse bilde, welcher nach Art der gepressten Gläser durch langen äussern Druck eine gewisse Spannung und krystallographische Orientirung aufgezwungen sei.

setzt aus sehr zahlreichen krystallinischen Körnern, welche im Gegensatz zum See-Eis in manchfaltigster Richtung optisch und krystallographisch orientirt sind. Zwischen das obere und untere Linsensystem eines Nörrenberg'-schen Polarisationsapparats gebracht, zeigten sich aber in der Gletschereis-Platte ebenfalls Bruchstücke oder vollständige Systeme von Ringen mit dem schwarzen Kreuz, durchaus übereinstimmend mit denen, wie sie für die ganze Masse des See-Eises bei horizontaler Lage charakteristisch sind. Im Gletschereis kommen daher hier und da auch einzelne Partieen vor, die ebenso krystallisirt und orientirt sind wie das See-Eis und offenbar von dem Wasser herrühren, welches Zwischenräume zwischen den einzelnen Eiskörnern des Gletschers ausfüllte und dann gefror.

Leydolt beobachtete im Eise Höhlungen, die einer regelmässigen, sechsseitigen Säule mit Geradendfläche entsprachen und zuweilen an den Endkanten noch dihexaëdrische Abstumpfungen zeigten [1]).

Ueber die mikroskopische Structur der Hagelkörner vgl.:

Reinsch, Poggendorffs Annalen Bd. 142. 623.

Flögel, ebendas. Bd. 146. 483.

H. Abich, über krystallinischen Hagel im thrialethischen Gebirge. Tiflis 1871.

Metallsalze.

Ueber die Glieder dieser Ordnung des Mineralreichs liegen bis jetzt nur höchst spärliche Forschungen vor.

Der Kryptolith ist ein mikroskopisches, in äusserst feinen nadelförmigen Prismen (vielleicht dem hexagonalen System angehörig) krystallisirendes Mineral, welches Wöhler [2]) in dem rothen Apatit von Arendal auffand, an dessen Masse es sich mit 2—3 pCt. betheiligt: die blass weingelben, durchsichtigen Kryställchen, aus phosphorsaurem Ceroxydul bestehend, werden erst sichtbar, wenn der Apatit eine Zeit lang mit verdünnter Salpetersäure behandelt wurde. Die grünen Apatite von Snarum führen den Kryptolith meist nur da, wo sie rothe Flecken tragen, in den gelben Varietäten wurde vergebens darnach gesucht. Wahrscheinlich ist das Mineral auch in den Apatiten von der Slüdianka in Sibirien eingewachsen, zufolge der Angabe von Dana beobachtete Genth ein nach aller Vermuthung identisches Gebilde im Apatit von Hurdstown.[3] Kenngott berichtete, dass er in einem graulichweissen bis wasserhellen Apatitkrystalle, welcher wahrscheinlich aus Tyrol stammt, kleine weingelbe, glänzende Kryställchen

1) Sitzungsber. d. Wiener Akad. VII. 477.
2) Poggendorffs Annalen LXVII. 424.
3) A System of mineralogy 1868. 529.



parallel der Hauptaxe eingelagert gewahrt habe, welche möglicherweise dem Kryptolith angehören.[1]

Der in dem Sillimanit eingewachsene tiefrothe Monazit (var. Edwardsit) von Chester in Connecticut wird im Dünnschliff ganz lichtroth und ist vollgepfropft mit feinsten farblosen Nadeln, die $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ der Gesammtmasse ausmachen mögen; dieselben haben gar keine Aehnlichkeit mit Sillimanit, viel eher liesse sich nach Fischer an eine Einmengung von Kryptolith denken. (b. 60).

Ueber den Vorgang bei der Umwandlung des Pyromorphits in Bleiglanz vgl. S. 100, über den bei der Pseudomorphose von Malachit nach Rothkupfererz S. 101.

Für die dunkelgrau bis schwärzlich gefärbten Krystalle von Weissbleierz, wie dieselben z. B. auf der Grube Friedrichssegen bei Braubach in Nassau und zu Przibram in Böhmen vorkommen, liefert das Mikroskop den Nachweis, dass sie in ihrer auch hier farblosen Masse höchst winzige, dunkle und impellucide, rundliche und eckige Körnchen enthalten, welche nicht selten zu scharf abgezeichneten Reihen zusammengedrängt sind oder selbst Schichten bilden, die einem Complex von Krystallflächen parallel gehen. Diese bei schwächerer Vergrösserung staubähnliche Materie scheint gemäss ihrer schwarzen Farbe wohl eher erdiger Bleiglanz (Bleimulm) zu sein als Bleioxyd, obschon die Einlagerung des letztern leichter zu deuten wäre, wenn man mit G. Bischof[2] annimmt, dass das Weissbleierz aus dem Bleiglanz durch Einwirkung von Sauerstoff und kohlensaurem Natron entsteht.

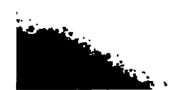
Metalloxyde und Metalloxydhydrate.

Magneteisen. Wohl der grösste Theil der schwarzen, selbst bei sehr bedeutender Kleinheit nicht durchscheinenden Körner, welche in höchst zahlreichen Gesteinen vorhanden, in allen ziemlich gleichmässig durch das Gemenge hindurchgestreut sind, und aus dem Pulver derselben durch Aetzen mit Salzsäure rasch entfernt werden, kann für nichts anderes als für Magneteisen gehalten werden, ein Gemengtheil, welcher zu den allerconstantesten gehört und mit Ausnahme der kieselsäurereichsten Glieder in fast sämmtlichen Massengesteinen und sehr vielen krystallinischen Schiefern zu finden ist. Seine Individuen erlangen einerseits verhältnissmässig ziemlich bedeutende mikroskopische Dimensionen, sinken andererseits zu grösster Winzigkeit herab, so dass die Körnchen selbst bei einer Vergrösserung von 800 nur wie die feinsten Pünktchen erscheinen. Bei den grössern sieht man im schief auf den Dünnschliff auffallenden Licht oft vorzüglich den metallischen Glanz ihrer geschliffenen Oberfläche.

---

1) Sitzungsber. d. Wiener Akademie IX. 1852. 607.

2) Lehrb. d. chem. u. physik. Geologie. 2. Aufl. I. 154.



Sind auch die mikroskopischen Magneteisenkörner sehr häufig von gänzlich unregelmässigen Formen, so gibt es doch auch wieder solche, welche, so viel man aus der Profilansicht zu schliessen vermag, eine ausgezeichnet

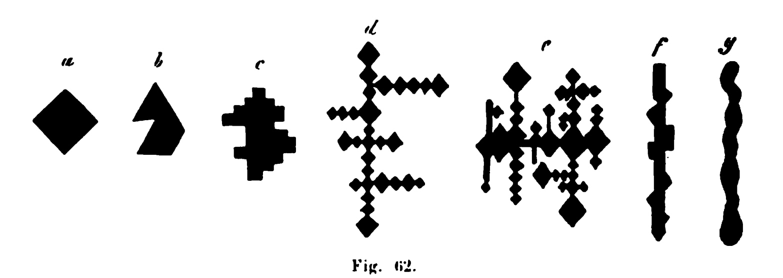


Fig. 62.

oktaëdrische oder oktaëdrisch-zwillingsverwachsene Gestalt besitzen (Fig. 62 *a*, *b*), oder es erscheinen Haufwerke verbundener regelmässiger Krystalle (*c*). Grosse Zierlichkeit weisen die Aggregationen von Magneteisen auf, welche aus einer linienförmigen Aneinanderreihung von Oktaëdern bestehen, an deren Axe rechtwinkelige, ebenfalls aus einzelnen, oft kleinern Individuen zusammengefügte Aeste angeheftet sind (*d*, *e*), wie man dieselben vielfach in den Basalten und basaltischen Laven wahrnimmt[1]). Von Vogelsang wurden ausgezeichnete derselben aus einem Basaltgang von Podlie-Craig bei North-Berwick in Schottland beschrieben und abgebildet[2]); vgl. auch die tadellos regelmässigen Gebilde dieser Art, die sich aus dem langsam erkalteten Schmelzproduct des Syenits vom Mount Sorrel bei Leicester ausgeschieden haben, S. 92, Fig. 40. Die völlige Analogie solcher mikroskopischen Aggregationsformen, welche sich einerseits in den Basalten, andererseits in den Laven und künstlich geschmolzenen Massen finden, ist für die genetischen Verhältnisse der erstern in der That bemerkenswerth.

Mit diesen Gebilden steht offenbar ein Theil jener dunkeln impelluciden keulen- oder stabähnlichen Körper in Verbindung, denen man es oft ansieht, dass sie eigentlich eine lineare Aneinanderreihung von unregelmässig gestalteten und in einander verflössten Magneteisenkörnern darstellen. Solche Dinge sind z. B. in Grünsteinen aller Art, in Melaphyren, Basalten, Trachyten vielorts verbreitet. Hin und wieder ragen noch am Rande dreieckige oder viereckige Oktaëderformen hervor (Figur 62 *f*), es verlaufen aber diese Keulen und Stäbe in ganz irreguläre (*g*) und dennoch gewiss derselben Substanz angehörige Körper. Gleichwohl würde man vielleicht irren, wenn man diese Gebilde unter einander sämmtlich für identisch erachten und dem Magneteisen zurechnen wollte.

---

1) F. Z., Basaltgesteine 1869. 67.

2) Archives neerlandaises VII. 1872.

Die Magneteisenkörner sind, wie angeführt, in der Regel ziemlich gleichmässig durch die Gesteine vertheilt, hin und wieder aber auch wohl einmal im feinen Zustande stellenweise dicht gedrängt und zu lockern oder dichten Haufen versammelt, welche einen rundlichen, eiförmigen, oder keulenähnlich an einem Ende verdickten, am andern ausgeschweiften Umriss darbieten.

Bisweilen haben, bei der völlig gesetzlosen Reihenfolge in der Ausscheidung der einzelnen Felsarten-Gemengtheile, die grössern Individuen des Magneteisens bei ihrem Wachsthum fremde schon früher gebildete kleinere Krystalle umhüllt, welche aber vermöge der Impelluciditát der Erzsubstanz blos in besonderen Fällen zur Beobachtung gelangen. Dann nämlich, wenn diese eingeschlossenen selbst pelluciden Krystalle nicht nur ganz durch das Magneteisenkorn hindurchgehen, sondern auch mit ihrer Längsaxe parallel der Mikroskopaxe stehen. So wurden im Magneteisen der Basalte Apatitnadeln, Nephelinsäulchen und Augitkryställchen beobachtet, davon die erstern ein scharf sechsseitiges helles Loch darin zu bilden schienen, das bei gekreuzten Nicols auch verdunkelt wurde. Andererseits sind die bereits fertig gebildet gewesenen Magneteisenkörner von den übrigen grössern Gemengtheilen des Gesteins, vorzugsweise von Augit und Hornblende oft massenhaft während deren Wachsthums eingeschlossen worden. Mit besonderer Vorliebe pflegen sich die kleinen Magneteisenpartikel an grünliche oder bräunliche nadelförmige Mikrolithen von Hornblende oder Augit direct anzuheften.

Bei der Verwitterung des Magneteisens geht dasselbe bekanntlich in Eisenoxydhydrat über, welches zumal in Grünsteinen oder zersetzten Basalten als ein schmutzig bräunlichgelber Hof das schwarze Korn umgibt und nach aussen zu allmählig verblasst. v. Lasaulx bemerkte in alterirten Laven der Auvergne sogar vollendete mikroskopische Pseudomorphosen von Eisenoxydhydrat nach Magneteisen, deutliche braunrothe durchscheinende Oktaëderformen[1]. Hin und wieder heftet sich aber auch an das Magneteisenkorn, unmittelbar von ihm ausgehend, eine schön blutrothe, orangerothe oder zinnoberrothe Substanz, welche eine zungenförmig dendritische gestaltlose Lamelle bildet, deren scharfe Ränder farnkrautartig zersägt sind; höchst wahrscheinlich liegt hier Eisenoxyd als Zersetzungsproduct vor. Bemerkenswerth ist übrigens, wie trotz des Oxydulgehalts und der leichten Löslichkeit in Säuren das Magneteisen sich so langsam verändert und z. B. in recht zersetzten alten Diabasen und Dioriten so vollkommen frisch und scharfrandig erhalten hat (vgl. das auf S. 224 besprochene ähnliche Verhalten des Apatits).

Der derbe Magneteisenstein mehrerer Fundorte wurde von A. Knop

1) Neues Jahrb. f. Mineral. 1870. 695.

untersucht[1]), und es ergab sich, dass derselbe nicht aus krystallisirten oder einigermaassen krystallinisch begrenzten Körnern zusammengesetzt, aber mit mancherlei fremden Substanzen durchwachsen ist. In dem Dünnschliff des Magneteisensteins vom Spitzenberg bei Altenau (Harz) konnten selbst bei 800facher Vergrösserung keine Oktaëderformen erkannt werden, sondern nur sehr kleine unbestimmt eckige Körner; eingemengt findet sich eine farblose Substanz, welche wohl Kieselsäure sein dürfte. Der vom Greiner im Zillerthal zeigt ziemlich viel von einer farblosen nicht polarisirenden Grundmasse mit milchigen Partieen, die einen braunen Kern, wie es scheint, von Serpentin enthalten; in dieser Masse liegen plumpe und grobe, durchaus nicht an Oktaëder erinnernde Formen des undurchsichtigen Magneteisens, welche vielleicht aus einer Zerberstung compacter Massen hervorgegangen sind. Das Magneteisen von Auerbach a. d. Bergstrasse besteht trotz seines Aussehens u. d. M. vorwaltend aus braunem von Sprüngen durchzogenem Granat, in welchem unregelmässig polyedrische Aggregate von opakem formlosem Magneteisen untergeordnet liegen; ausserdem ist der Granat gemengt mit einer farblosen doppeltbrechenden Substanz, die sich wie Kalkspath verhält. Grasgrüne Hornblende mit blumig-radialstrahligem Gefüge ist es, woraus das Magneteisen von Askersund in Schweden ziemlich zur Hälfte zusammengesetzt erscheint; die strahlsteinartige Hornblende ist partieenweise individualisirt, und auch innerhalb der Prismen finden sich parallel gewissen Flächen Magneteisenlamellen interponirt. Die Vorkommnisse aus der algierischen Provinz Constantine lösen sich in ein Aggregat feiner eckiger Magneteisenkörnchen und in eine harte, farblose, nicht polarisirende Substanz auf, welche auch braunes Eisenoxydhydrat umschliesst.

Chromeisenstein von Gassin (Dep. Var, Frankreich) zeigt nach Fischer im Dünnschliff ein innigstes Gemenge des opaken Erzes mit einer farblosen, durchsichtigen, chromatisch polarisirenden Substanz, welche in schmalen Partieen dazwischen gewachsen ist; bei Betrachtung des Präparats mit freiem Auge könnte man dieselben leicht für blosse Sprünge halten. Ganz ähnlich verhält sich der Chromeisenstein von Baumgarten in Schlesien; nur ist hier das farblose Mineral mehr inselartig zwischen dem impelluciden Erz vertheilt (a. 21).

Das **Titaneisen**, welches als mikroskopischer Gemengtheil von Gesteinen auftritt, ist, wenn es rundliche Körner bildet, wegen der ebenfalls schwarzen Farbe und opaken Beschaffenheit von dem Magneteisen durch blossen Anblick nicht zu unterscheiden. Mitunter aber formt es Krystalle, deren rhomboëdrischer oder hexagonaler Umriss die Erkennung vermittelt;

1) Studien über Stoffwandlungen im Mineralreich. 1873. 121. nebst Photographieen von Magneteisenpräparaten.



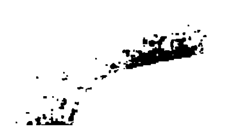
namentlich bezeichnend sind die selbst bei grösster Dünne durchaus impelluciden schwarzen scharfe Sechsecke. Nach dem Aetzen des Gesteinspulvers mit Säuren, welche das Magneteisen auflösen, kann in dem Ueberrest das unangegriffene Titaneisen u. d. M. leicht aufgefunden werden.

Wo der **Eisenglanz** eine mikroskopische Einmengung, sei es in Mineralien, sei es in Gesteinen, bildet, da erscheint er in der Form von dünnen meist lichtgelbrothen, blutrothen oder dunkelrothen Blättchen; diese Farbenverschiedenheit scheint durch die abweichende Dicke erzeugt zu werden: die mitunter daneben auftretenden impellucid schwarzen Täfelchen, welche rücksichtlich ihrer Form von jenen nicht getrennt werden können, würden alsdann dickere Individuen darstellen. Bemerkenswerth ist die Erscheinung, dass mitunter eine impellucid schwarze Tafel rothe stark durchscheinende kleine Partieen von gewöhnlich unregelmässiger Begrenzung einschliesst. Die Gestalt der Eisenglanz-Lamellen ist vielfacher Ausbildung fähig: bald sind es regelmässig hexagonal begrenzte Blättchen, bald besitzen diese durch ungleiche Ausdehnung der Randlinien einen rhombischen, oft langgezogenen Habitus; bald aber liegen auch durch gar keine geraden Linien contourirte Lamellen vor, sondern unregelmässig ausgebuchtete, förmlich fetzenähnliche Lappen (vgl. Fig. 35 auf S. 87). Dazu gesellen sich in einzelne Striemen aufgelöste oder von Löchern durchbrochene Blättchen (vgl. Fig. 36). Bei horizontaler Lage werden die Eisenglanztafeln, auch die irregulär gestalteten, zwischen gekreuzten Nicols natürlicherweise dunkel.

Winzige Eisenglanzblättchen sind eine nicht seltene Einmengung in Mineralien, durch deren reichliches Vorhandensein röthliche Farbe und ein eigenthümlicher Schiller hervorgerufen wird (vgl. Sonnenstein S. 140, Carnallit S. 236).

Sehr ausgezeichnet sind die Eisenglanzgebilde welche in den Platten zweiaxigen Glimmers von Pensbury, New Providence u. a. O. in Pennsylvanien eingewachsen vorkommen und von G. Rose untersucht wurden[1]. Auf den Spaltungsflächen des Glimmers gewahrt man kleine Eisenglanzsterne, welche, wie das Mikroskop bei mässiger Vergrösserung darthut, aus lauter sechsseitigen, oft in die Länge gezogenen Täfelchen bestehen, die unter einander und zugleich auch den Seitenflächen des sie umschliessenden zweiaxigen Glimmers parallel sind. Die Lage des Eisenglanzes gegen den Glimmer ist also hier durchaus dieselbe, wie die des einaxigen Glimmers gegen den zweiaxigen und wie die der kleinen Eisenglanztäfelchen im Glimmer von South Burgess und Grenville (vgl. S. 188). Die Tafeln gruppiren sich indessen nicht nur nach geraden, sich unter 60° schneidenden Reihen zusammen, sondern aus jeder Reihe entwickeln sich mehr oder weniger regelmässig andere, die auf diese auch unter Winkeln von 60°

[1]) Monatsber. d. Berliner Akademie 1869. 352.



stossen. Fig. 41 auf S. 92 zeigt einen solchen Stern, woran aber nur die Hauptstrahlen ohne die sehr detaillirten Ausbuchtungen der Seitenränder angegeben sind. Die zahlreichen Sterne liegen theils zerstreut, theils nach Linien aneinandergereiht, die den einzelnen Strahlen und somit auch den Seiten des Glimmers parallel sind. Ausser den dadurch hervorgebrachten drei Richtungen beobachtet man mitunter noch eine vierte, entsprechend der optischen Axenebene, eine Richtung, die sich aber auch schon bei den Strahlen der einzelnen Sterne findet. In den dickern Glimmerplatten sieht der Eisenglanz braun bis schwarz aus: spaltet man aber dünne Lamellen ab, so erscheint er braun und pellucid, zuweilen bei grösserer Dünne auch gelb und roth. Neben den Sternen liegen auch isolirte sechsseitige Eisenglanztäfelchen in dem Glimmer, zuweilen schwarz, zuweilen aber auch ganz prächtig roth, oder theils schwarz, theils roth. Die Lücken in den grossen Eisenglanztafeln, welche durch seine Gruppirung entstehen und gewöhnlich ziemlich regelmässige Form besitzen, werden von dem umgebenden weissen zweiaxigen Glimmer ausgefüllt. Nicht hiermit zu verwechseln sind in dem dunkeln Eisenglanz stets nach drei Richtungen eingewachsene lichtröthlichweisse durchsichtige schmale Krystalle von der Form linienartig verlängerter Sechsecke, welche wie scharfe Einschnitte darin hervortreten und von G. Rose für einaxigen Glimmer gehalten werden.

Dana [1] beschreibt diesen Eisenglanz als Magneteisen und erachtet seine Gruppirung für eine dendritische Bildung. G. Rose hat schon mit Recht hervorgehoben, dass einerseits die Pellucidität des Minerals, andererseits die tafelförmige Ausbreitung und die regelmässige Einlagerung dieser Annahme widerspricht. Auffallend ist nur der Gehalt an Eisenoxydul, welcher von Finkener in dem Erz nachgewiesen wurde.

Im Zinnstein aus Cornwall beobachtete Sorby viele ausgezeichnete, aber gewöhnlich sehr kleine Flüssigkeitseinschlüsse. [2]

Die derbe, anscheinend amorphe Masse des Uranophans von ins Zeisiggrüne gehender Farbe besteht nach Websky namentlich in den lockerern Theilen aus einer Zusammenhäufung kleiner nadelförmiger Krystalle. Schliffe der schwarzgrünen Partieen lassen deutlich die Reste eines völlig undurchsichtigen, schwarzen, unzweifelhaft dem Uranpecherz angehörenden Körpers erkennen, aus welchem der Uranophan entstand [3].

Die Kupferblüthe (Chalkotrichit) vom Virneberg bei Rheinbreitbach zeigt u. d. M. sehr zierliche cochenillerothe und carminrothe schlanke und platte Nadeln von gleichbleibender Dicke, an welchen wohl fahnenähnlich quadratische Täfelchen, oft mit abgestumpften Ecken hängen. Unter dem

---

[1] A System of Mineralogy 5. Aufl. 1868. 149.

[2] Quart. journ. of the geol. soc. XIV. 1858. 175.

[3] Zeitschr. d. d. geol. Ges. XI. 1859. 384.



flockigen Gewirr der Nadeln bemerkt man auch skeletartige Aneinanderreihungen dunkler kleiner Würfelchen von Rothkupfererz, ähnlich wie sie das Magneteisen aufweist (Fig. 62 c, d). Manche der Häärchen und Täfelchen sind statt roth citronengelb, die schmalsten Stäbchen messen nur 0.003 Mm. in der Breite. An den Nadeln ist keine Quertheilung ersichtlich, die Enden derselben sind meist rechtwinkelig abgestutzt. Zwischen gekreuzten Nicols tritt totale Dunkelheit bei jedweder Nadel und Tafel ein und von einer chromatischen Polarisation verräth sich keine Spur. Nach diesem optischen Verhalten ist trotz der Anführungen Kenngott's, welcher die Krystalle für rhombische Prismen hält, und Suckow's, welcher sie für hexagonal und rhomboëdrisch spaltbar erachtet, G. Rose mit seiner Ansicht im Recht, dass sie dem regulären System angehören: doch sind dieselben nicht allein, wie er blos hervorhebt, einseitig in die Länge gezogene, sondern nebenbei auch noch abgeplattete Hexaëder.

Schon früher hatte A. Knop durch mikroskopische und optische Untersuchungen der Kupferblüthe von der Matchless-Mine im afrikanischen Damaraland deren regulären und optisch einfach brechenden Charakter erkannt[1]. Die feinen Nadeln des Minerals erschienen bei etwa 180 facher Vergrösserung immer als quadratische Prismen mit Winkeln von 90°; häufig waren sie gestrickt-krystallinisch verzweigt, und die Arme des Netzes schnitten sich ebenfalls stets unter 90°. Wo die Länge der Prismen das Minimum erreichte, bildeten sich immer sehr regelmässige Würfel. Oft bemerkte man u. d. M. grössere Würfel, welche rechtwinkelig prismatische Arme im Sinne des Würfels orientirt aussandten. Diese Würfel verzweigen sich nicht selten in Gestalt eines körperlichen Netzes, dessen Maschen rechtwinkelig-parallelepipedische Räume darstellen. Auf Gypsplättchen zwischen gekreuzten Nicols zeigten die Prismen, ihre reguläre Natur bekundend, keinen Farbenwechsel, nur bei rein grünem Gesichtsfeld wurde das Roth der pelluciden Krystalle vollkommen vernichtet und sahen sie undurchsichtig schwarz aus. Knop prüfte auch bereits die Kupferblüthe von Rheinbreitbach und fand sie von ganz demselben Verhalten wie die vorige, nur aus noch kleinern Krystallen bestehend. Indessen sind nach obigem die Nadeln von Rheinbreitbach nicht eigentlich quadratische, sondern ganz platt rhombische Prismen.

Schwefelmetalle.

Die in grossen reinen Stücken vorkommende schön dunkelhoniggelbe und ausgezeichnet pellucide Zinkblende von der Grube Picos de las Europas bei Eremita in Asturien enthält neben zahlreichen leeren Poren auch bis 0.4 Mm. grosse Flüssigkeitseinschlüsse nebst Libelle. Da letztere bei einer

---

[1] Neues Jahrb. f. Mineral. 1861. 561.



Erwärmung auf 80° C. noch nicht verschwindet, sondern nur, schwerfällig wackelnd und umherrollend, ihren Platz verändert, kann das Liquidum nicht reine Kohlensäure sein. Einige der zahlreichen Einschlüsse, welche untermengt mit den leeren Poren, makroskopisch erkennbare Schichten in der Zinkblende bilden, tragen an einem Ende deutlich die vierflächige Zuspitzung des Rhombendodekaëders.

Die diamantglänzende braune sog. Strahlenblende von Przibram, der Spiauterit Breithaupts [1], gehört nach diesem Forscher nicht zur regulären Zinkblende, sondern zu dem mit dieser heteromorphen hexagonalen Wurtzit, der selbst mit dem Greenockit (Einfach-Schwefelcadmium) isomorph ist. Von der Richtigkeit jener Angabe kann man sich durch die optischen Verhältnisse eines Dünnschliffs überzeugen: das mehr oder weniger mit der Richtung der blätterigen Strahlen parallel geschliffene Präparat erweist sich als entschieden doppelbrechend; die dunkelröthlichgelbe Schicht polarisirt, zwar nicht sehr lebhaft, chromatisch, und zwischen den Nicols tritt nicht jene Dunkelheit ein, welche der regulären Zinkblende zukommt.

Inflammabilien.

Diamant. Manche Diamanten weisen eigenthümliche Polarisationsphänomene auf, welche in dem Erscheinen eines schwarzen Kreuzes und vier lichtfarbiger Sectoren um gewisse dunkle Punkte bestehen. Brewster, welcher zuerst darauf aufmerksam machte, hielt dafür, dass die letztern mikroskopische Hohlräume seien, deren Kleinheit festzustellen verhindere, ob sie mit Gas oder Flüssigkeit gefüllt sind; Sorby hat später wahrscheinlich zu machen gesucht, dass es sich hier um feste, fremde, in den Diamant eingewachsene Krystallkörper handle.

Brewster's erste Beobachtung dieser Erscheinung wurde schon vor vierzig Jahren angestellt [2]: er glaubte, dass das Polarisiren des Diamants seinen Grund habe in der Expansivkraft einer Gassubstanz, welche in kleinen Höhlungen darin eingeschlossen sei: während der Körper noch weich oder nachgiebig war, erlitten die Wände jener Höhlungen eine Zusammendrückung; bekanntlich lässt sich in gelatinösen Massen durch geeignete Compression eine ähnliche Structur hervorbringen, und so soll denn die einstige Weichheit des Diamanten jener eines halb erhärteten Gummis am nächsten gestanden haben, indem derselbe, ähnlich wie der analoge optische Erscheinungen darbietende Bernstein aus dem Pflanzenreiche abstamme.

Auch der berühmte Diamant Koh-i-noor ergab 1852 bei einer Untersuchung Brewster's drei schwarze, kaum dem Auge sichtbare Fleckchen, welche ihm, u. d. M. unregelmässige Hohlräume schienen, umgeben mit

[1] Berg- u. hüttenmänn. Zeitung XXI. 1862. 98; XXV. 193.

[2] Proceedings of the geol. soc. of London 1833. Nro. 31. S. 466.

Sectoren polarisirten Lichts vom blassesten Blau, Weiss oder Gelb der ersten Ordnung. Die Höhlungen dieses und vieler anderer Diamanten waren z. Th. von sehr seltsamer Gestalt, die Umrisse glichen Insecten oder Krebsen. Eine genaue Betrachtung vieler Diamanten aus dem Museum der ostindischen Compagnie liess auch in diesen oft so grosse Höhlungen erkennen, dass sie zu Schmuckgegenständen gar nicht verwandt werden können. Die schwarze Farbe mancher Diamanten soll z. Th. von solchen Höhlungen herrühren, die das Licht nicht durchlassen.[1]

Brewster nannte solche Hohlräume, um welche herum die Krystallsubstanz sich in einem comprimirten, Polarisationserscheinungen aufweisenden Zustande befindet, Pressure-cavities und beobachtete dergleichen auch in Topasen[2]; die Höhlungen, oft nur von $\frac{1}{3000}$ Zoll (0.0084 Mm.) oder $\frac{1}{4000}$ Zoll (0.0062 Mm.) Durchmesser sind immer opak, als ob die darin befindliche elastische Substanz sich zu einem schwarzen Pulver verändert habe, und ihm stiess nur eine Höhlung auf, welche im Centrum einen kleinen lichten Fleck darbot[3].

H. C. Sorby spricht sich auf Grund der Untersuchung von 21 Diamanten aus der ausgezeichneten Butler'schen Sammlung gegen die Ergebnisse von Brewster aus.[4] Wo die im polarisirten Licht von einem schwarzen Kreuz umgebenen dunkeln Flecke die gewöhnliche ausserordentliche Kleinheit besitzen, sei es nicht möglich festzustellen, ob sie von Hohlräumen oder eingeschlossenen Krystallen herrühren. Sorby fand aber daneben andere von solcher Grösse und Beschaffenheit, dass ihre Natur als feste eingebettete Krystalle nicht zweifelhaft war; so z. B. in Fig. 63, wo der das Licht sehr stark depolarisirende Krystall ein beträchtlich niedrigeres Brechungsvermögen besitzen muss als der Diamant, da seine geneigten Flächen das transmittirte Licht total reflectiren und deshalb ganz

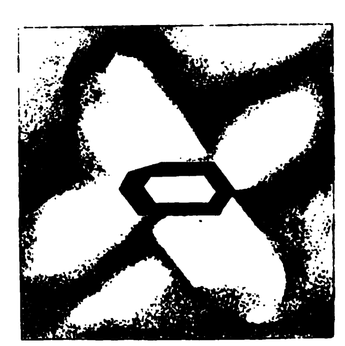


Fig. 63.

1) l'Institut 1852. 407. — Vgl. noch Edinb. phil. journ. II. 334.

2 Trans. of the Edinb. royal. soc. 1845. VIII. 457. — Lond., Ed. and Dubl. Phil. mag. (4 ser.) XXV. 1863. 179.

3 Wohl nicht gerechtfertigt ist die Folgerung Brewster's: „The discovery of pressure-cavities in diamond and topaz may be considered as completing the evidence for the igneous origin of these minerals and of the rocks, which contain them; such a structure is impossible in crystals formed by aqueous deposition.“ Blos der plastische Zustand, aber nicht auch der der geschmolzenen Erweichung wird dadurch erwiesen.

4 Proceedings of the royal society 1869. Febr. 18. S. 295. Monthly microscopical journal 1869. 224.

schwarz aussehen. Viele der kleinern eingeschlossenen Kryställchen erscheinen daher auch wie blosse schwarze Pünktchen. Die eingeschlossenen Krystalle haben hier einen Druck auf den umgebenden Diamant ausgeübt und die gleichmässige Contraction desselben verhindert. Damit im Zusammenhang sieht man oftmals Sprünge von dem fremden Körper ausstrahlen. In ähnlicher Weise erfolgen in einer erkaltenden Boraxperle, in welcher sich z. B. Würfelchen von phosphorsaurer Zirkonerde ausscheiden, ebenfalls Sprünge rund um diese Kryställchen, weil dieselben sich weniger contrahiren als das umgebende Medium. Sorby hebt auch hervor, dass der optische Character der schwarzen Kreuze, welche die unzweifelhaften Höhlungen im Bernstein umgeben, demjenigen gerade entgegengesetzt ist, welchen die Kreuze im Diamant besitzen. Ein dem letztern analoges Phänomen sind die dunkeln Kreuze, welche man nach Vogelsang um die sechsseitigen Krystalliten im künstlichen Glase gewahrt [1].

Göppert gewahrte in drei schön auskrystallisirten Tetraëdern von Diamant haarförmige Streifen und kleine Trübungen, die sich u. d. M. „als äusserst schmale haarförmige Sprünge ergaben, in denen noch viel kleinere Krystalle bis zu $\frac{1}{2000}$ Linie (0.0011 Mm.) im Durchmesser, Tetraëder oder Oktaëder einzeln wie zu Drusen vereint, zu Tausenden sich befanden:" ferner in einem cubischen Krystall kleine Würfel ebenfalls von Diamant selbst und in einem langen, sehr unregelmässigen Oktaëder eine ziemliche Anzahl von gut auskrystallisirten Diamant-Granatoëdern als Einschlüsse. [2] In einem andern wasserhellen Diamanten fand derselbe Forscher fremde, dicht gedrängt stehende schwach bräunlich gefärbte Krystalle, welche von einer oberflächlich verlaufenden kleinen Längsfurche aus rechtwinkelig in die klare Masse eindringen. Die Krystalle sind spindelförmig oder zapfenartig, bei stärkerer Vergrösserung deutlich mit vier spitz pyramidalen Flächen versehen, oft mit den Spitzen umgebogen oder bajonettähnlich gebildet; an einigen Stellen liegen sie mit ihrer abgebrochenen breitern Basis frei in dem Diamant, alles Verhältnisse, welche es wahrscheinlich machen, dass sie längere Zeit hindurch noch weich waren [3].

In einem vollkommen durchsichtigen und wasserhellen Diamanten von Bahia in Brasilien, als Brillant von 11.1 Mm. grösstem Durchmesser, 5.3 Mm. Dicke und 0.768 Gramm Gewicht geschliffen, beobachtete P. Harting bei schwacher Vergrösserung eine Menge von faden- oder haarähnlichen Partikeln, welche hauptsächlich nach einem Rande hin gehäuft waren und

---

1 Archives neerlandaises, tome VII. 1872.

2 Ueber Einschlüsse im Diamant. Von der holländischen Gesellsch. der Wissenschaft. zu Haarlem gekrönte Preisschrift. Haarlem 1864. S. 31.

3 Ebendas. S. 38. — Abhandl. der schlesisch. Ges. f. vaterländ. Cultur. Abth. f. Naturw. u. Med. 1869. S. 66.

der andern Hälfte des Steins fast ganz fehlten. Diese Fäden gewinnen bei stärkerer Vergrösserung u. d. M. das Ansehen vierseitiger Prismen, deren Oberfläche parallele Querstreifung besitzt, so dass es scheint, als seien sie aus übereinandergelegten viereckigen Blättchen zusammengesetzt. Meist sind die dünnen Prismen nach einer oder der andern Richtung gebogen, selbst gedreht und gewunden, auch an ihren Enden verschlungen. Entscheidende Winkelmessungen liessen sich selbst in den wenigen Fällen nicht ausführen, wo die Prismen, durch den Schnitt des Diamanten der Quere nach auf dessen Oberfläche entblösst, eine quadratische Fläche zeigten. Die Ermittelung, welchem System die Krystalle zuzuweisen seien, war demnach ungemein schwierig, sie konnten dem regulären oder tetragonalen System angehören und müssten im erstern Falle als aus übereinander gethürmten Würfelchen bestehend erachtet werden. Harting glaubt nach den von ihm angestellten nähern Untersuchungen, welche so erschöpfend waren, als es ohne Zertrümmerung des Diamanten und Isolirung der Krystalle geschehen konnte, sich zu der Annahme berechtigt, dass diese Einschlüsse Eisenkies seien, der hier und dort eine Zersetzung erfahren habe [1]. Es würde für dieses Mineral hier eine ähnliche Ausbildung vorliegen, wie bei den Fäden und Nadeln des regulären Kupferoxyduls in der Kupferblüthe (S. 249).

Seitdem der organische Ursprung des als Diamant krystallisirten Kohlenstoffs wahrscheinlich geworden ist, lag die Vermuthung nahe, dass in demselben etwa eingeschlossene Ueberreste von organischer Substanz angetroffen werden könnten, welche dann jener Ansicht zur Stütze gereichen würden. Petzholdt fand in einer nicht unbeträchtlichen Quantität Asche, welche von den durch Erdmann und Marchand in reinem Sauerstoffgas verbrannten 27½ Karat Diamanten herrührte, auf darin enthaltenen, also ursprünglich vom Diamant eingeschlossen gewesenen Quarzsplittern Gewebe, welches ähnlich sei vegetabilischem Parenchym und ein feines braunes und schwarzes Netzwerk mit sechsseitigen Maschen darstelle; ferner erkannte er in einem kleinen nelkenbraunen, im Dresdener Mineralien-Cabinet aufbewahrten Diamanten Gebilde, welche er ebenfalls für Parenchymzellen hält, und deren Sitz er gleicher Weise nicht in dem Diamanten selbst, sondern auf einem darin eingeschlossenen 0.020 par. Zoll (0.54 Mm.) grossen Quarzsplitter annimmt. Das organische Zellgewebe sei z. Th. regelmässig und gut erhalten, zum Theil gehe es in unregelmässiges und durch Auflösung partiell zerstörtes über. [2]

---

1) Description d'un diamant remarquable contenant des cristaux. Amsterdam 1858. Nebst schönen Abbildungen.

2) Journal f. prakt. Chemie XXIII. 1841. 475. — Beiträge zur Naturgesch. d. Diamanten; mit e. Tfl. Dresden u. Leipzig 1842. — Annal. d. Chem. u. Pharmacie XL. 252.

Wöhler untersuchte dagegen eine grosse Menge von Diamanten mit Einschlüssen u. d. M., konnte indess in ihnen nichts auffinden, was auf organische Structur schliessen liess. Ein durch fremdartige Theile grün gefärbter Krystall wurde, vor dem Löthrohr bis zum Glühen erhitzt, braun, wogegen braune Flecken in einem andern Individuum ihre Farbe durch Glühen nicht veränderten. Doch fügt Wöhler hinzu, es habe ihn dies Ergebniss selbst gewissermaassen gewundert, denn es sei andererseits auffallend, dass die Fehler oder Unreinigkeiten in den geschliffenen Diamanten meistens aus kohlschwarzen, ganz undurchsichtigen Theilchen beständen, die mitunter ganz das Aussehen einer verkohlten organischen Materie besitzen und da, wo sie beim Schleifen entblösst werden, die Bildung kleiner Grübchen veranlassen [1].

Göppert hat namentlich in dieser Richtung manchfache weitere Forschungen angestellt. Mit Flecken versehene Diamanten u. d. M. untersuchend [2] gewahrte er in mehrern Fällen in Uebereinstimmung mit David Brewster, dass die schwarze Farbe dieser Partieen nicht durch einen dunklen Farbstoff, sondern durch eine grosse Anzahl darin enthaltener winziger Höhlungen hervorgebracht werde. In einem kleinen, als Brillant geschliffenen Diamanten beobachtete er zwei nelkenbraun gefärbte Flecken, welche mit Sprüngen in Verbindung standen und wie Gebilde von parenchymatischen Pflanzenzellen aussahen. Im grössern etwa ¼ L. breiten und ⅛ L. hohen Flecken sei das Gewebe mehr zersetztem Parenchym ähnlich, die sechseckigen Maschen, in deren Innerm sich zarte Punkte befinden, erscheinen von ungleicher Grösse; das Gewebe des kleinern, an der entgegengesetzten Seite des Edelsteins gelegenen Fleckens zeichne sich dagegen durch grosse Regelmässigkeit der Maschen aus, von welchen einzelne mit brauner undurchsichtiger Materie erfüllt sind. Doch thue, wie Göppert damals hervorhebt, die umsichtigste Erwägung Noth, ehe man sich unbedenklich für die wirkliche Zellen-Natur dieser Körper erklärt: denn einmal vermisst man die hintern Wandungen, welche sonst bei Zellen, allerdings weniger deutlich bei den stark zersetzten sichtbar sind. Und ferner lassen früher von ihm beschriebene Sprünge im Kopal, Bernstein, Achat (hier namentlich in Verbindung mit Eisenoxyd), sowie insbesondere langsam eingetrocknete dicke Lösungen organischer Stoffe (Gummi, Gallert, Firniss) recht übereinstimmende, zellenähnliche Bildungen erkennen, die durch ihre Regelmässigkeit oft Verwunderung erregen.

Später [3] hat Göppert diese mikroskopischen Einschlüsse im Diamant nochmals zur Sprache gebracht und ist auf Grund weiterer Studien eher

---

1) Annal. d. Chemie u. Pharmacie XLI. 346.
2) Schles. Gesellsch. f. vaterländ. Cultur 1853. Nov. 15. S. 48.
3) Ueber Einschlüsse im Diamant (vgl. oben) S. 21.



geneigt, ihren wirklich organischen Ursprung anzuerkennen. Die Zellen besitzen darnach hin und wieder deutlich punktirte Hinterwände, und bei aufmerksamer Betrachtung erscheint jede Zelle genau begrenzt, wie dies niemals die zellenähnlichen Sprünge bei eingetrockneten Dicksäften aufweisen, bei denen die Wandungen der einzelnen meist wild durcheinander gehen. In der Mitte der Zellen befinden sich rundliche Gebilde, die man fast für Stomatien halten könnte, und in der That lasse sich das ganze Gewebe nicht unpassend mit einem Oberhautgewebe (einigermaassen ähnlich demjenigen von Cycadeen und Coniferen) vergleichen, wofür auch die Abwesenheit der nicht wahrnehmbaren offenen oder ausgefüllten Intercellulargänge spreche.

In einem Diamantsplitter fand derselbe Forscher ferner[1]) kleine dem blossen Auge kaum bemerkbare hohle Bläschen, die aus 2—3 zellenartigen, allmählig sich verkleinernden entschieden leeren Räumen bestehen, sowie auch beerenähnlich vereinigte Gebilde dieser Art. Ein paar der grössern sind mit einem innern bräunlichen Ueberzuge versehen, die übrigen kleinern alle wasserhell, und wie es scheint, mit Luft gefüllt. Schneckenartig gewundene könnte man auch mit Früchten von Chara vergleichen, die kleinsten einbläsigen Hohlräume besitzen häufig wurmförmige Fortsätze und erinnern wegen der Regelmässigkeit der letztern täuschend an keimende Pilzsporen. Auf der Oberfläche eines gespaltenen Diamant-Tetraëders erschienen sodann einzelligen Pilzen oder Tangen ähnliche Hohldrücke. Als einer der merkwürdigsten Einschlüsse wird endlich ein in einem Oktaëder liegendes graues Gebilde angeführt, getrennt in zahlreiche, jedoch sichtlich zusammengehörende und ziemlich in einem Niveau liegende Fetzen: dieser Körper lasse sich nur passend mit dem Namen einer Haut (ähnlich einer pflanzlichen Oberhaut) bezeichnen, und sein Ansehen verschaffe fast die Ueberzeugung, dass hier etwas ursprünglich Organisches vorliegt[2]). Am Schlusse seines Werks spricht Göppert die Wahrscheinlichkeit aus, „dass sich unter den Einschlüssen nicht etwa nur zufällige organischen Formen verschiedener Art täuschend ähnliche Bildungen, sondern vielleicht wirklich solche befinden, die man, dereinst wenigstens, wohl für vegetabilische Zellen halten dürfte."

Mit Bezug auf die vorstehenden Resultate Göppert's finden sich im Neuen Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1856 S. 353 Seitens der Redaction (vermuthlich von H. B. Geinitz) folgende sehr beachtenswerthe Bemerkungen, welche wie es scheint, durchaus das Richtige in dieser belangreichen Frage treffen: „Wir gestehen dem hochverehrten Verfasser sehr gern zu, dass er durch seine umfassenden und genauen mikroskopischen Untersuchungen die grosse Aehnlichkeit gewisser Einschlüsse in Diamanten mit

[1]) Ebendas. S. 35.
[2]) Ebendas. S. 70.

Erwärmung auf 80° C. noch nicht verschwindet, sondern nur, schwerfällig wackelnd und umherrollend, ihren Platz verändert, kann das Liquidum nicht reine Kohlensäure sein. Einige der zahlreichen Einschlüsse, welche untermengt mit den leeren Poren, makroskopisch erkennbare Schichten in der Zinkblende bilden, tragen an einem Ende deutlich die vierflächige Zuspitzung des Rhombendodekaëders.

Die diamantglänzende braune sog. Strahlenblende von Przibram, der Spiauterit Breithaupts [1], gehört nach diesem Forscher nicht zur regulären Zinkblende, sondern zu dem mit dieser heteromorphen hexagonalen Wurtzit, der selbst mit dem Greenockit (Einfach-Schwefelcadmium) isomorph ist. Von der Richtigkeit jener Angabe kann man sich durch die optischen Verhältnisse eines Dünnschliffs überzeugen: das mehr oder weniger mit der Richtung der blätterigen Strahlen parallel geschliffene Präparat erweist sich als entschieden doppelbrechend; die dunkelröthlichgelbe Schicht polarisirt, zwar nicht sehr lebhaft, chromatisch, und zwischen den Nicols tritt nicht jene Dunkelheit ein, welche der regulären Zinkblende zukommt.

Inflammabilien.

Diamant. Manche Diamanten weisen eigenthümliche Polarisationsphänomene auf, welche in dem Erscheinen eines schwarzen Kreuzes und vier lichtfarbiger Sectoren um gewisse dunkle Punkte bestehen. Brewster, welcher zuerst darauf aufmerksam machte, hielt dafür, dass die letztern mikroskopische Hohlräume seien, deren Kleinheit festzustellen verhindere, ob sie mit Gas oder Flüssigkeit gefüllt sind; Sorby hat später wahrscheinlich zu machen gesucht, dass es sich hier um feste, fremde, in den Diamant eingewachsene Krystallkörper handle.

Brewster's erste Beobachtung dieser Erscheinung wurde schon vor vierzig Jahren angestellt [2]; er glaubte, dass das Polarisiren des Diamants seinen Grund habe in der Expansivkraft einer Gassubstanz, welche in kleinen Höhlungen darin eingeschlossen sei: während der Körper noch weich oder nachgiebig war, erlitten die Wände jener Höhlungen eine Zusammendrückung; bekanntlich lässt sich in gelatinösen Massen durch geeignete Compression eine ähnliche Structur hervorbringen, und so soll denn die einstige Weichheit des Diamanten jener eines halb erhärteten Gummis am nächsten gestanden haben, indem derselbe, ähnlich wie der analoge optische Erscheinungen darbietende Bernstein aus dem Pflanzenreiche abstamme.

Auch der berühmte Diamant Koh-i-noor ergab 1852 bei einer Untersuchung Brewster's drei schwarze, kaum dem Auge sichtbare Fleckchen, welche ihm u. d. M. unregelmässige Hohlräume schienen, umgeben mit

[1] Berg- u. hüttenmänn. Zeitung XXI. 1862. 98; XXV. 193.

[2] Proceedings of the geol. soc. of London 1838. Nro. 31. S. 466.



Sectoren polarisirten Lichts vom blassesten Blau, Weiss oder Gelb der ersten Ordnung. Die Höhlungen dieses und vieler anderer Diamanten waren z. Th. von sehr seltsamer Gestalt, die Umrisse glichen Insecten oder Krebsen. Eine genaue Betrachtung vieler Diamanten aus dem Museum der ostindischen Compagnie liess auch in diesen oft so grosse Höhlungen erkennen, dass sie zu Schmuckgegenständen gar nicht verwandt werden können. Die schwarze Farbe mancher Diamanten soll z. Th. von solchen Höhlungen herrühren, die das Licht nicht durchlassen.[1]

Brewster nannte solche Hohlräume, um welche herum die Krystallsubstanz sich in einem comprimirten, Polarisationserscheinungen aufweisenden Zustande befindet, Pressure-cavities und beobachtete dergleichen auch in Topasen[2]; die Höhlungen, oft nur von $\frac{1}{3000}$ Zoll (0.0084 Mm.) oder $\frac{1}{4000}$ Zoll (0.0062 Mm.) Durchmesser sind immer opak, als ob die darin befindliche elastische Substanz sich zu einem schwarzen Pulver verändert habe, und ihm stiess nur eine Höhlung auf, welche im Centrum einen kleinen lichten Fleck darbot[3].

H. C. Sorby spricht sich auf Grund der Untersuchung von 21 Diamanten aus der ausgezeichneten Butler'schen Sammlung gegen die Ergebnisse von Brewster aus.[4] Wo die im polarisirten Licht von einem schwarzen Kreuz umgebenen dunkeln Flecke die gewöhnliche ausserordentliche Kleinheit besitzen, sei es nicht möglich festzustellen, ob sie von Hohlräumen oder eingeschlossenen Krystallen herrühren. Sorby fand aber daneben andere von solcher Grösse und Beschaffenheit, dass ihre Natur als feste eingebettete Krystalle nicht zweifelhaft war; so z. B. in Fig. 63, wo der das Licht sehr stark depolarisirende Krystall ein beträchtlich niedrigeres Brechungsvermögen besitzen muss als der Diamant, da seine geneigten Flächen das transmittirte Licht total reflectiren und deshalb ganz

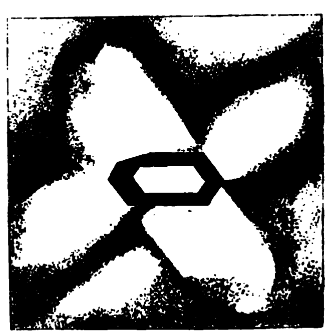


Fig. 63.

1) l'Institut 1852. 407. — Vgl. noch Edinb. phil. journ. II. 334.

2) Trans. of the Edinb. royal. soc. 1845. VIII. 157. — Lond., Ed. and Dubl. Phil. mag. (4 ser.) XXV. 1863. 179.

3) Wohl nicht gerechtfertigt ist die Folgerung Brewster's: „The discovery of pressure-cavities in diamond and topaz may be considered as completing the evidence for the igneous origin of these minerals and of the rocks, which contain them: such a structure is impossible in crystals formed by aqueous deposition." Blos der plastische Zustand, aber nicht auch der der geschmolzenen Erweichung wird dadurch erwiesen.

4) Proceedings of the royal society 1869. Febr. 18. S. 295. Monthly microscopical journal 1869. 224.

schwarz aussehen. Viele der kleinern eingeschlossenen Kryställchen erscheinen daher auch wie blosse schwarze Pünktchen. Die eingeschlossenen Krystalle haben hier einen Druck auf den umgebenden Diamant ausgeübt und die gleichmässige Contraction desselben verhindert. Damit im Zusammenhang sieht man oftmals Sprünge von dem fremden Körper ausstrahlen. In ähnlicher Weise erfolgen in einer erkaltenden Boraxperle, in welcher sich z. B. Würfelchen von phosphorsaurer Zirkonerde ausscheiden, ebenfalls Sprünge rund um diese Kryställchen, weil dieselben sich weniger contrahiren als das umgebende Medium. Sorby hebt auch hervor, dass der optische Character der schwarzen Kreuze, welche die unzweifelhaften Höhlungen im Bernstein umgeben, demjenigen gerade entgegengesetzt ist, welchen die Kreuze im Diamant besitzen. Ein dem letztern analoges Phänomen sind die dunkeln Kreuze, welche man nach Vogelsang um die sechsseitigen Krystalliten im künstlichen Glase gewahrt[1].

Göppert gewahrte in drei schön auskrystallisirten Tetraëdern von Diamant haarförmige Streifen und kleine Trübungen, die sich u. d. M. „als äusserst schmale haarförmige Sprünge ergaben, in denen noch viel kleinere Krystalle bis zu $\frac{1}{2000}$ Linie (0.0011 Mm.) im Durchmesser, Tetraëder oder Oktaëder einzeln wie zu Drusen vereint, zu Tausenden sich befanden;" ferner in einem cubischen Krystall kleine Würfel ebenfalls von Diamant selbst und in einem langen, sehr unregelmässigen Oktaëder eine ziemliche Anzahl von gut auskrystallisirten Diamant-Granatoëdern als Einschlüsse.[2] In einem andern wasserhellen Diamanten fand derselbe Forscher fremde, dicht gedrängt stehende schwach bräunlich gefärbte Krystalle, welche von einer oberflächlich verlaufenden kleinen Längsfurche aus rechtwinkelig in die klare Masse eindringen. Die Krystalle sind spindelförmig oder zapfenartig, bei stärkerer Vergrösserung deutlich mit vier spitz pyramidalen Flächen versehen, oft mit den Spitzen umgebogen oder bajonettähnlich gebildet; an einigen Stellen liegen sie mit ihrer abgebrochenen breitern Basis frei in dem Diamant, alles Verhältnisse, welche es wahrscheinlich machen, dass sie längere Zeit hindurch noch weich waren[3].

In einem vollkommen durchsichtigen und wasserhellen Diamanten von Bahia in Brasilien, als Brillant von 11.4 Mm. grösstem Durchmesser, 5.3 Mm. Dicke und 0.768 Gramm Gewicht geschliffen, beobachtete P. Harting bei schwacher Vergrösserung eine Menge von faden- oder haarähnlichen Partikeln, welche hauptsächlich nach einem Rande hin gehäuft waren und

---

1) Archives neerlandaises, tome VII. 1872.

2) Ueber Einschlüsse im Diamant. Von der holländischen Gesellsch. der Wissenschaft. zu Haarlem gekrönte Preisschrift. Haarlem 1864. S. 31.

3) Ebendas. S. 38. — Abhandl. der schlesisch. Ges. f. vaterländ. Cultur. Abth. f. Naturw. u. Med. 1869. S. 66.



der andern Hälfte des Steins fast ganz fehlten. Diese Fäden gewinnen bei stärkerer Vergrösserung u. d. M. das Ansehen vierseitiger Prismen, deren Oberfläche parallele Querstreifung besitzt, so dass es scheint, als seien sie aus übereinandergelegten viereckigen Blättchen zusammengesetzt. Meist sind die dünnen Prismen nach einer oder der andern Richtung gebogen, selbst gedreht und gewunden, auch an ihren Enden verschlungen. Entscheidende Winkelmessungen liessen sich selbst in den wenigen Fällen nicht ausführen, wo die Prismen, durch den Schnitt des Diamanten der Quere nach auf dessen Oberfläche entblösst, eine quadratische Fläche zeigten. Die Ermittelung, welchem System die Krystalle zuzuweisen seien, war demnach ungemein schwierig, sie konnten dem regulären oder tetragonalen System angehören und müssten im erstern Falle als aus übereinander gethürmten Würfelchen bestehend erachtet werden. Harting glaubt nach den von ihm angestellten nähern Untersuchungen, welche so erschöpfend waren, als es ohne Zertrümmerung des Diamanten und Isolirung der Krystalle geschehen konnte, sich zu der Annahme berechtigt, dass diese Einschlüsse Eisenkies seien, der hier und dort eine Zersetzung erfahren habe [1]. Es würde für dieses Mineral hier eine ähnliche Ausbildung vorliegen, wie bei den Fäden und Nadeln des regulären Kupferoxyduls in der Kupferblüthe (S. 249).

Seitdem der organische Ursprung des als Diamant krystallisirten Kohlenstoffs wahrscheinlich geworden ist, lag die Vermuthung nahe, dass in demselben etwa eingeschlossene Ueberreste von organischer Substanz angetroffen werden könnten, welche dann jener Ansicht zur Stütze gereichen würden. Petzholdt fand in einer nicht unbeträchtlichen Quantität Asche, welche von den durch Erdmann und Marchand in reinem Sauerstoffgas verbrannten 27½ Karat Diamanten herrührte, auf darin enthaltenen, also ursprünglich vom Diamant eingeschlossen gewesenen Quarzsplittern Gewebe, welches ähnlich sei vegetabilischem Parenchym und ein feines braunes und schwarzes Netzwerk mit sechsseitigen Maschen darstelle; ferner erkannte er in einem kleinen nelkenbraunen, im Dresdener Mineralien-Cabinet aufbewahrten Diamanten Gebilde, welche er ebenfalls für Parenchymzellen hält, und deren Sitz er gleicher Weise nicht in dem Diamanten selbst, sondern auf einem darin eingeschlossenen 0.020 par. Zoll (0.54 Mm.) grossen Quarzsplitter annimmt. Das organische Zellgewebe sei z. Th. regelmässig und gut erhalten, zum Theil gehe es in unregelmässiges und durch Auflösung partiell zerstörtes über. [2]

---

1) Description d'un diamant remarquable contenant des cristaux. Amsterdam 1858. Nebst schönen Abbildungen.

2) Journal f. prakt. Chemie XXIII. 1841. 475. — Beiträge zur Naturgesch. d. Diamanten; mit e. Tfl. Dresden u. Leipzig 1842. — Annal. d. Chem. u. Pharmacie XL. 252.



Wöhler untersuchte dagegen eine grosse Menge von Diamanten mit Einschlüssen u. d. M., konnte indess in ihnen nichts auffinden, was auf organische Structur schliessen liess. Ein durch fremdartige Theile grün gefärbter Krystall wurde, vor dem Löthrohr bis zum Glühen erhitzt, braun, wogegen braune Flecken in einem andern Individuum ihre Farbe durch Glühen nicht veränderten. Doch fügt Wöhler hinzu, es habe ihn dies Ergebniss selbst gewissermaassen gewundert, denn es sei andererseits auffallend, dass die Fehler oder Unreinigkeiten in den geschliffenen Diamanten meistens aus kohlschwarzen, ganz undurchsichtigen Theilchen beständen, die mitunter ganz das Aussehen einer verkohlten organischen Materie besitzen und da, wo sie beim Schleifen entblösst werden, die Bildung kleiner Grübchen veranlassen[1].

Göppert hat namentlich in dieser Richtung manchfache weitere Forschungen angestellt. Mit Flecken versehene Diamanten u. d. M. untersuchend[2] gewahrte er in mehrern Fällen in Uebereinstimmung mit David Brewster, dass die schwarze Farbe dieser Partieen nicht durch einen dunklen Farbstoff, sondern durch eine grosse Anzahl darin enthaltener winziger Höhlungen hervorgebracht werde. In einem kleinen, als Brillant geschliffenen Diamanten beobachtete er zwei nelkenbraun gefärbte Flecken, welche mit Sprüngen in Verbindung standen und wie Gebilde von parenchymatischen Pflanzenzellen aussahen. Im grössern etwa $\frac{1}{4}$ L. breiten und $\frac{1}{8}$ L. hohen Flecken sei das Gewebe mehr zersetztem Parenchym ähnlich, die sechseckigen Maschen, in deren Innerm sich zarte Punkte befinden, erscheinen von ungleicher Grösse; das Gewebe des kleinern, an der entgegengesetzten Seite des Edelsteins gelegenen Fleckens zeichne sich dagegen durch grosse Regelmässigkeit der Maschen aus, von welchen einzelne mit brauner undurchsichtiger Materie erfüllt sind. Doch thue, wie Göppert damals hervorhebt, die umsichtigste Erwägung Noth, ehe man sich unbedenklich für die wirkliche Zellen-Natur dieser Körper erklärt: denn einmal vermisst man die hintern Wandungen, welche sonst bei Zellen, allerdings weniger deutlich bei den stark zersetzten sichtbar sind. Und ferner lassen früher von ihm beschriebene Sprünge im Kopal, Bernstein, Achat (hier namentlich in Verbindung mit Eisenoxyd), sowie insbesondere langsam eingetrocknete dicke Lösungen organischer Stoffe (Gummi, Gallert, Firniss) recht übereinstimmende, zellenähnliche Bildungen erkennen, die durch ihre Regelmässigkeit oft Verwunderung erregen.

Später[3] hat Göppert diese mikroskopischen Einschlüsse im Diamant nochmals zur Sprache gebracht und ist auf Grund weiterer Studien eher

---

[1] Annal. d. Chemie u. Pharmacie XLI. 346.
[2] Schles. Gesellsch. f. vaterländ. Cultur 1853. Nov. 15. S. 48.
[3] Ueber Einschlüsse im Diamant (vgl. oben) S. 21.



geneigt, ihren wirklich organischen Ursprung anzuerkennen. Die Zellen besitzen darnach hin und wieder deutlich punktirte Hinterwände, und bei aufmerksamer Betrachtung erscheint jede Zelle genau begrenzt, wie dies niemals die zellenähnlichen Sprünge bei eingetrockneten Dicksäften aufweisen, bei denen die Wandungen der einzelnen meist wild durcheinander gehen. In der Mitte der Zellen befinden sich rundliche Gebilde, die man fast für Stomatien halten könnte, und in der That lasse sich das ganze Gewebe nicht unpassend mit einem Oberhautgewebe (einigermaassen ähnlich demjenigen von Cycadeen und Coniferen) vergleichen, wofür auch die Abwesenheit der nicht wahrnehmbaren offenen oder ausgefüllten Intercellulargänge spreche.

In einem Diamantsplitter fand derselbe Forscher ferner[1]) kleine dem blossen Auge kaum bemerkbare hohle Bläschen, die aus 2—3 zellenartigen, allmählig sich verkleinernden entschieden leeren Räumen bestehen, sowie auch beerenähnlich vereinigte Gebilde dieser Art. Ein paar der grössern sind mit einem innern bräunlichen Ueberzuge versehen, die übrigen kleinern alle wasserhell, und wie es scheint, mit Luft gefüllt. Schneckenartig gewundene könnte man auch mit Früchten von Chara vergleichen, die kleinsten einbläsigen Hohlräume besitzen häufig wurmförmige Fortsätze und erinnern wegen der Regelmässigkeit der letztern täuschend an keimende Pilzsporen. Auf der Oberfläche eines gespaltenen Diamant-Tetraëders erschienen sodann einzelligen Pilzen oder Tangen ähnliche Hohldrücke. Als einer der merkwürdigsten Einschlüsse wird endlich ein in einem Oktaëder liegendes graues Gebilde angeführt, getrennt in zahlreiche, jedoch sichtlich zusammengehörende und ziemlich in einem Niveau liegende Fetzen: dieser Körper lasse sich nur passend mit dem Namen einer Haut (ähnlich einer pflanzlichen Oberhaut) bezeichnen, und sein Ansehen verschaffe fast die Ueberzeugung, dass hier etwas ursprünglich Organisches vorliegt[2]). Am Schlusse seines Werks spricht Göppert die Wahrscheinlichkeit aus, „dass sich unter den Einschlüssen nicht etwa nur zufällige organischen Formen verschiedener Art täuschend ähnliche Bildungen, sondern vielleicht wirklich solche befinden, die man, dereinst wenigstens, wohl für vegetabilische Zellen halten dürfte."

Mit Bezug auf die vorstehenden Resultate Göppert's finden sich im Neuen Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1856 S. 353 Seitens der Redaction (vermuthlich von H. B. Geinitz) folgende sehr beachtenswerthe Bemerkungen, welche wie es scheint, durchaus das Richtige in dieser belangreichen Frage treffen: „Wir gestehen dem hochverehrten Verfasser sehr gern zu, dass er durch seine umfassenden und genauen mikroskopischen Untersuchungen die grosse Aehnlichkeit gewisser Einschlüsse in Diamanten mit

[1]) Ebendas. S. 35.

[2]) Ebendas. S. 70.

Zellgewebe und andern Formen des Pflanzenreichs erwiesen hat, müssen jedoch Bedenken tragen, mehr als eine blosse Aehnlichkeit jener Einschlüsse mit organischen Gebilden darin zu erblicken. Zellenartige Absonderungen, genau wie die hier vorgeführten, hat man Gelegenheit, vielfach im Mineralreich zu beobachten, wo sie sehr oft nur die Folge einer unregelmässigen Abkühlung oder von Austrocknung oder von Erstarrung sind. Muss nicht ein Querdurchschnitt der von Göppert selbst nur für Spalten und Klüfte gehaltenen säulenförmigen Gebilde (Taf. I. Fig. 12) einen ganz ähnlichen zellenartigen Anblick gewähren? Man wird zwar in der Regel bei solchen zellenartigen Sprüngen eine scharfe Begrenzung, wie diese durch wirkliche Zellenwände gegeben ist, vermissen: doch kommt auch diese zuweilen im Mineralreich vor, und das kgl. mineralogische Museum in Dresden besitzt Belege auch hierfür. Zellenartiges Gewebe mit punktirten Wandungen und stomatien-ähnliche Gebilde (Taf. I, Fig. 6. 7) können füglich ebenso gut unorganischen wie organischen Ursprungs sein........ Es will uns bedünken, dass die den Früchten von Chara und keimenden Pilzsporen ähnlichen Bläschen von Luftbläschen herrühren könnten, die bei der Erstarrung des Krystalls sich ausgeschieden haben und zum Theil, analog wie bei Hagelkörnern, in dünnen Canälen oder Haarspalten ihren Ausweg gesucht haben."

Bildungen im Einzelnen übereinstimmend mit den von Göppert gezeichneten und beschriebenen sind Jedem, der in mikroskopischen Mineral- und Gesteins-Untersuchungen Erfahrung besitzt, vielfach unter Verhältnissen vorgekommen, wo ihre organische Beschaffenheit einerseits thatsächlich ausgeschlossen ist, und sie andererseits ganz ungezwungen meist als Injectionen eines gefärbten Mineralstoffs in Systeme von Capillarspalten gedeutet werden können. Ohne eigene Betrachtung der im Diamant eingeschlossenen Körper wird indessen ein Anderer kein sicheres Urtheil über deren Natur abgeben können. Für die Objectivität einer etwaigen spätern Untersuchung muss es aber als sehr wünschenswerth gelten, dass es nicht wiederum ein hervorragender Pflanzenkundiger ist, welcher sich derselben unterzieht, sondern ein auch mit den wunderlichen Configurations-Verhältnissen anorganischer Substanzen und der Mikrostructur der Mineralien durchaus vertrauter Forscher.

Angeregt durch die Funde des vielbesprochenen Eozoon canadense in den Kalksteinen des laurentischen Gneiss und durch die seltsamen (durchaus unbestätigten) Mittheilungen von G. Jenzsch über eine mikroskopische Flora und Fauna in krystallinischen Massengesteinen, hat Göppert seine Forschungen noch weiter fortgesetzt und glaubt nun in der That pflanzliche Organismen im Diamant gefunden zu haben[1]. In einem Krystall gewahrte

[1] Abhandl. d. schlesisch. Ges. f. vaterländ. Cultur. Abth. f. Naturw. u. Med. 1869. 61.



er eine sehr grosse Zahl von exact runden, gleichmässig grün gefärbten, kaum etwas zusammengedrückten algenartigen Körnchen von 0.0135 Mm. Grösse, die aber selbst an den Stellen, wo sie sehr dicht an einander liegen, nicht gegenseitig verfliessen, sondern immer noch deutlich begrenzt erscheinen, ohne sich abzuplatten. Unwillkührlich werde man gleich an eine Alge wie Protococcus pluvialis erinnert, dem sie in Gestalt auf ein Haar gleichen. Ein zweiter Krystall enthält nach ihm eine andere Algenform von gleicher grüner Farbe, weniger rundliche, sondern längliche, etwas in die Breite gezogene Körnchen, die oft kettenartig an einander hängen, aber auch häufig einzeln oder gepaart vorkommen, in welchem Falle sie dann durch einen joch- oder brückenartigen Fortsatz von verschiedener Breite mit einander verbunden, oder auch endlich zu einem grössern Körper vereinigt sind. Zu oft liegt diese der Conjugation einiger niederer Algen verwandte Form vor, als dass man sie ohne Weiteres in das Bereich der zufälligen Bildungen verweisen könne, und unter den bekannten Algen gleiche sie am meisten der Palmogloea macrococca Kütz. Obschon nun zur Begründung völliger Evidenz die Wahrnehmung der innern körnigen Structur der lebenden Algen fehlt, so steht doch Göppert nicht an, beide algenartigen Gebilde mit systematischen Namen zu bezeichnen, das erstere als Protococcus adamantinus, das letztere als Palmogloeites adamantinus.

Kohlen. Die vegetabilische Structur der Steinkohlen ist einer derjenigen Punkte, zu deren Ermittelung man am frühesten das Mikroskop zu Rathe gezogen hat. Durch zahlreiche Beobachter und durch verschiedene Methoden wurde es festgestellt, dass selbst in der anscheinend structurlosen Steinkohle die vegetabilischen Zellgefässe manchmal vorzüglich erhalten sind.

Die ersten Untersuchungen hierüber wurden wohl von Witham angestellt und dann durch W. Hutton fortgesetzt[1]). Im Kohlendistrict von Newcastle kommen drei Kohlenarten vor, die Caking-, die Cannel- (Parrot- oder Splent-) -coal und die Schieferkohle, aus dünnen Wechsellagerungen der beiden erstern zusammengesetzt. Alle lassen nach Hutton noch mehr oder weniger von ihrer organischen netzförmigen maschigen Zellenstructur erkennen, daneben auch noch andere Zellen, welche mit einer weingelben bituminösen Flüssigkeit angefüllt sind, die sich in der Wärme schon verflüchtigt, ehe die übrigen Theile noch eine Veränderung erfahren[2]). Die Caking-Kohle enthält weniger von diesen Zellen, aber dieselben sind sehr verlängert; sie mögen anfänglich rund gewesen sein und ihre jetzige Ge-

---

1) Proceedings of the geolog. soc. 9. Januar 1833. London & Edinb. philos. magaz. II. 1833. 302.

2) Diese letztern Gebilde sind nach Dawsons Vermuthung vielleicht Sporenkapseln (vgl. unten S. 262.)



stalt durch die Ausdehnung eingeschlossenen Gases in einer etwas weichen Substanz unter senkrechtem Druck erhalten haben. Je mehr diese Kohle krystallinisch und in rhomboidale Stücke sich zu sondern geneigt ist, desto mehr verschwinden die organischen Zellen, die Structur wird einförmig und compact. Die Schieferkohle enthält ausser den eben erwähnten harzführenden Zellen noch Gruppen kleinerer Zellen von verlängert runder Gestalt. In der Cannel-Kohle verschwindet das organisch-zellige Gefüge am meisten. Die ganze Oberfläche zeigt eine einförmige Folge von Zellen der zweiten Art, die nämlich mit Bitumen erfüllt und durch dünne faserige Wände getrennt sind. Sie entstanden nach Hutton's Vermuthung aus dem zelligen Gefüge der ursprünglichen Pflanze durch Verwischung und Abrundung unter beträchtlichem Druck. Er glaubt, dass die Caking- und die Cannel-Kohle, meist in zweierlei Lagen gesondert, auch aus zweierlei Pflanzen entstanden seien. In einem Anthracit aus Süd-Wales fand Hutton ein von dem vorigen verschiedenes System von Zellen, leer, im Allgemeinen kreisrund, jede in der Mitte mit einer kleinen Kugel kohliger Materie; dieser Anthracit zeigt aber keine Spur von eigentlich organischem cellularem Gefüge.

Im Jahre 1838 veröffentlichte Link seine mikroskopischen Untersuchungen der Steinkohlen[1]), die eine grosse Menge der verschiedensten Abarten aus verschiedenen Formationen umfassten. Nachdem er die Durchsichtigkeit der dichtern Theile durch Kochen mit rectificirtem Bergöl erhöht hatte, fand er bei mehr als 20 Sorten Steinkohlen (von Newcastle, St. Etienne, aus Niederschlesien, Oberschlesien, Kohle aus dem Muschelkalk von Kalinowicz, aus dem untern Lias von Deister) die auffallendsten Aehnlichkeiten in den erkennbaren Zellen mit Zellen von dem in Berlin gebrauchten Linumer Torf, während nur eine einzige Steinkohle, und zwar die aus dem Quadersandstein von Quedlinburg, grosse Poren enthaltende Gefässe in einer Reihe stehend, wie bei Coniferenholz und Querstreifen von Markstrahlen, das vorzüglichste Kennzeichen von Dicotyledonen, darbot.

Darauf erkannten Reade[2]) und J. Phillips[3]) in Asche von Torf und Steinkohlen Theilchen von Pflanzengewebe.

Göppert zeigte, dass man, nachdem die Steinkohle mit Salpetersäure behandelt wurde, um das Kali und die Kalisalze aufzulösen, welche sonst im Feuer mit der Kieselerde zusammenschmelzen würden, in der Asche selbst der compactesten Varietäten bei dem zurückbleibenden Skelett verschiedenartig geformte Parenchym- und Prosenchymzellen findet[4]). Die mikrosko-

1) Abhandl. d. Berliner Akad. 1838. 33.

2) Jahrb. f. Mineralogie v. Bronn u. Leonhard 1839. 246.

3) l'Institut, 1843. XI. 22.

4) Die angeführte Methode stammt schon aus dem Jahre 1836 (Göppert, Gattungen fossiler Farne 1836 Vorr. S. XVIII); später wandte er dieselben auch auf Calamiten an



pische Untersuchung des durch Verbrennung und Behandlung der Asche mit Säure erhaltenen Rückstandes ergab sogar bei den glänzend schwarzen Wealden-Steinkohlen von Stadthagen in Schaumburg kieselige Skelette von Pflanzenzellen, wie Oberhautzellen, ähnlich denen der Farne, kenntlich durch flache Beschaffenheit und wellenförmige Wandungen, sodann prosenchymähnliche Zellen mit Andeutung von Tüpfeln oder Poren, wie man sie bei Coniferen oder Cycadeen gewahrt, ferner dergleichen zu 4—5 noch vereinigt, mit daran liegenden punktirten Markstrahlenzellen und einzelne Parenchymzellen, die aber immer am seltensten sich darbieten. Die Oberhaut der Calamiten liefert ein Kieselskelett, welches ebenso wie das der lebenden Equisetaceen aus ausgestreckten Zellen mit gewundenen Wandungen und darauf befindlichen Stomatien besteht, — ein Resultat, welches sich aus der blossen mikroskopischen Untersuchung der Rinde jener Pflanzen nicht gewinnen liess. Selbst in dem Anthracit aus der devonischen Grauwacke von Leibschütz in Oberschlesien sowie in der durch Contact mit Porphyr verwandelten und säulenförmig dabei zerklüfteten Steinkohle aus der Fixsterngrube in Niederschlesien beobachtete Göppert auf diesem Wege Parenchym- und Prosenchymzellen.

Auch in compacten nordamericanischen Anthraciten vermochte Bailey[1]) die vegetabilischen Zellen und Gefässe deutlich nachzuweisen; wenn Stücke davon zum Theil verbrannt wurden, so kam diese Structur besonders an den Stellen, bis wohin die Verbrennung sich erstreckt hatte, sehr deutlich zu Tage. Fig. 64 *a* ist ein solches unvollständig verbranntes Anthracit-Stückchen, *b* sind die Gebilde, welche bei schwächerer Vergrösserung an dem Rande der schwarzen Partie in *a* hervortreten, *c* stellt zwei der Theile von *b* bei stärkerer Vergrösserung dar; die schwarzen Linien darin sind die Kohle, welche nach der partiellen Verbrennung übrig

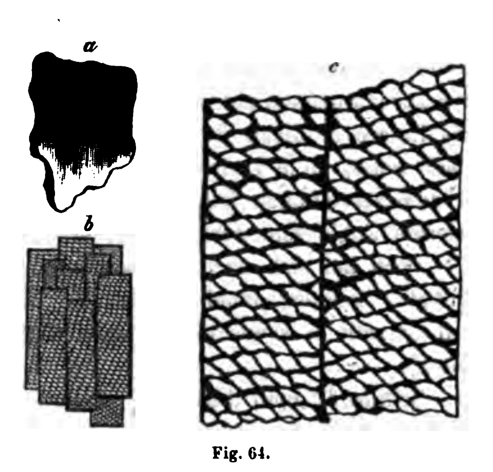


Fig. 64.

(Verh. d. schles. Ges. f. vaterländ. Cultur 1841. 144). Vergl. auch des ausgezeichneten Forschers Abhandlung über die Frage, ob die Steinkohlen aus Pflanzen entstanden sind, welche an den Stellen, wo jene gefunden werden, wuchsen oder u. s. w. Gekrönte Preisschrift. Leiden 1848. Ferner Verhandl. d. naturh. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westphal. XI. 1854. 225.

1) American journ. of sc. a. arts (2) I. 1846. 407.

blieb, die weissen Zwischenräume werden aus Kieselsäure gebildet. — Auch Teschemacher hat ähnliche Beobachtungen angestellt [1]).

Für die Feststellung der vegetabilischen Natur der Steinkohlen ist die Faserkohle (mineralogische Holzkohle Werners, mineral-charcoal) eines der wichtigsten Vorkommnisse; sie wechselt bald vielfältig lagenweise mit andern Kohlensorten ab, bald bildet sie nur einzelne, oft aus eckigen Stücken zusammengesetzte Zwischenlagen der Flötzbänke. Göppert hat schon 1838 dargethan, dass die Faserkohle u. d. M. die wohlerhaltene Structur von Araucarien offenbart, weshalb er dem Baum, welcher die Faserkohle lieferte, den Namen Araucarites carbonarius ertheilte [2]). Auch Schimper erkannte auf ihren Fasern die kreisförmig gestalteten Poren der Coniferenhölzer. Auf den Gruben bei Dombrowa und Myslowitz im oberschlesischen Steinkohlenrevier beobachtete Göppert darin ganze aber breitgedrückte Stämme von 2 F. Länge, deren Structur das Mikroskop aufs deutlichste enthüllte. Gewöhnlich liegen diese Stämme breit auseinandergequetscht, so dass man, gleichsam wie auf dem Centrum oder Markstrahlen-Längsschnitt recenter Hölzer schon mit blossen Augen in dem zart längsfaserigen, sammetartig glänzenden Gefüge die Markstrahlen als überaus feine Querstreifen erblickt, welche den prosenchymatösen Holzzellen anliegen, die mit einer oder mit zwei, ja bis drei Reihen im Quincunx stehender Tüpfel versehen sind. Gewöhnlich besitzen nur die äussern Lagen der zusammengepressten Stämmchen eine faserige Beschaffenheit, während das Innere in dichte Steinkohle verwandelt erscheint, an welcher man jedoch meist, ohne Verbrennung und Untersuchung der Aschenstructur, noch in dem zerriebenen feinen Pulver Reste von Prosenchymzellen, wie sie die faserige Kohle sehr schön zeigt, erkennen kann.

Doch hat sich nach Dawson an der Faserkohle nicht blos das Coniferenholz, sondern daneben auch die Holzsubstanz der Axen von Sigillarien und Calamiten, sowie die holzigen Gefässbündel der Farne betheiligt (vgl. unten).

Schulze [3]) fand kenntliche Zellen noch aus chemisch reiner Cellulose gebildet, in Braun- und Steinkohlen und gab eine Methode an, die Zellen der Steinkohle beobachtbarer zu machen, was gewöhnlich durch die in ihr enthaltene braune Materie verhindert wird. Er macerirte sie in einem Gemisch von chlorsaurem Kali und nicht sonderlich concentrirter Salpetersäure und zog dann jene braune Substanz durch Ammoniak aus, wonach die helle Zellen-Membran zurückblieb. Aus Steinkohle erhielt er so poröse

---

1) Ebendas. (2) IV. 420.

2) Beigabe zu Wimmer's Flora von Schlesien 1844. vgl. auch Daubrée, Comptes rendus XIX. 126.

3) Monatsber. d. Berliner Akad. 1855. 676.



Gefässe, poröse Holzzellen und sogar kugelige Massen, welche man für Pollen (oder Sporen?) zu halten geneigt sein könnte. Auch bei denjenigen Braunkohlen, bei welchen die pflanzliche Structur fast bis zum Verschwinden zurücktritt, konnte Schulze so die Zellen bloslegen und unveränderte Cellulose beobachten.

Sehr eingehend hat sich J. W. Dawson mit der vegetabilischen Structur der Steinkohle beschäftigt[1]). In der gewöhnlichen bituminösen Kohle erkenne man schon mit blossem Auge Blätter einer compactern glänzendern Kohle, getrennt durch unebenen Filz und Lager von faserigem Anthracit oder mineralischer Holzkohle. Diese Substanz besteht aus Trümmern von Prosenchym und Gefäss-Gewebe in verkohltem Zustande, welche etwas platt gedrückt und mit bituminöser und mineralischer Materie von dem umgebenden Gestein aus durchdrungen sind. Sie hat sich durch Fäulniss vegetabilischer Masse an der Luft gebildet, während die dichte Kohle entstanden ist durch Zersetzung unter Wasser, modificirt durch Hitze und Einwirkung von Luft. Dawson beschreibt der Reihe nach die im Zustand von mineralischer Holzkohle vorkommenden Gewebe von Kryptogamen (Lepidodendron, Ulodendron und Farne) und von Gymnospermen (Coniferen, Calamodendron, Stigmaria und Sigillaria, zu welch letzter wohl auch das sog. fossile Cycadeen-Holz gehört). — Die dichte Kohle macht eine viel grössere Masse aus. Ihre Lagen weiter verfolgt entsprechen dem Umriss eines zusammengedrückten Stammes, was in gewissem Grade auch von der Schieferkohle gilt, während die Grobkohle aus umfangreichen Lagen zerfallener Pflanzenmaterie im Gemenge mit Schlamm zu bestehen scheint. Hält man die Kohle, zumal die schieferige, schief unter starkes Licht (nach einer von Göppert empfohlenen Weise), so bieten die Oberflächen der Kohlen-Lamellen die Formen mancher wohlbekannten Kohlenpflanzen dar, wie von Sigillaria, Stigmaria, Poacites (Nöggerathia), Lepidodendron, Ulodendron u. s. w. Verfolgt man die Kohle aufwärts in die hangenden Schiefer, so findet man die Lamellen der dichten Kohle oft vertreten durch platt gedrückte kohlige Stämme und Blätter, welche nun durch die Zwischenlagerung des Thons deutlicher zu unterscheiden sind. Folgende End-Ergebnisse sind hier von Belang.

Calamiten und besonders Sigillarien haben — wenigstens in der mittlern Steinkohlen-Formation — die Hauptmasse zum Pflanzenstoff der Steinkohlenbildung geliefert.

Die Holzmaterie der Sigillarien und Calamiten-Axen und Coniferen-Stämme, das Treppengefässgewebe der Lepidodendreen- und Ulodendreen-Axen, endlich die Holz- und Gefässbündel der Farne finden sich haupt-

[1]) Quart. journal of the geolog. soc. XV. 626. Annals a. magaz. of nat. hist. 1859. (3) III. 439.

sächlich im Zustande mineralischer Holzkohle. Die äussere Rindenhülle dieser Pflanzen in Verbindung mit solchen andern Holz- und Krauttheilen, welche sich ohne Luftzutritt unter Wasser zersetzt haben, erscheinen in verschiedenen Graden der Reinheit als dichte Steinkohle, wobei die Rinde dadurch, dass sie den wässerigen Infiltrationen den grössten Widerstand leistet, die reinste Kohle gibt. Das Uebergewicht der einen oder der andern jener zwei Steinkohlen-Bestandtheile hängt noch mit ab von der Zersetzung unter Wasser oder an der Luft, vom Trockenheitszustand des Bodens und der Luft.

Später ist es Dawson gelungen in Steinkohlen von Neu-Schottland, vom Cap Breton und aus Ohio auf mikroskopischem Wege Sporen und Sporenkapseln nachzuweisen, welche sich indessen nur in geringer Menge an der Bildung der Kohlen betheiligen [1].

Die ältesten ihm bekannt gewordenen Sporenkapseln finden sich in einem braunen bituminösen Schiefer des Oberdevons beim Kettle Point am Huron-See; unter einer Loupe ist derselbe vollgefüllt mit abgeflachten scheibenförmigen Körpern von kaum mehr als $\frac{1}{100}$ L. (0.0226 Mm.) im Durchmesser; u. d. M. geben sie sich als Sporenkapseln zu erkennen, äusserlich schwach warzig umrandet und mit einem Anheftungspunkt an einer Seite und einem mehr oder weniger verlängerten und klaffenden Schlitz an der andern. Dünnschliffe des Gesteins erweisen sich sehr reich an diesen Körpern (Sporangites Huronensis), welche im durchfallenden Licht bernsteingelb erscheinen und wenig von Structur zeigen, ausser dass man an ihnen mitunter den innern Hohlraum von der äussern Wandung unterscheiden kann und in dem erstern eingeschlossene Partieen von flockiger oder körniger Materie gewahrt. Der Schiefer selbst enthält in beträchtlicher Anzahl abgerundete durchscheinende Körnchen, welche etwa ausgetretene Sporen sein könnten. Die Sporenkapseln stammen wahrscheinlich von Lycopodiaceen ab. Fig. 65 *a* (nach Dawson) stellt einen Theil eines Dünnschliffs von Schiefer vom Kettle Point dar mit zwei Sporenkapseln und Ueberresten von Sporen (× 70); *b* und *c* sind Sporenkapseln ebendaher als opake Objecte (× 70). Die subcarbonischen Gesteine von Horton Bluff und Lower Horton in Nova-Scotia beherbergen grosse Mengen von rundlichen senfkorngrossen Sporenkapseln, bisweilen kugelig und gefüllt mit Eisenkies in körnigem Gemenge,

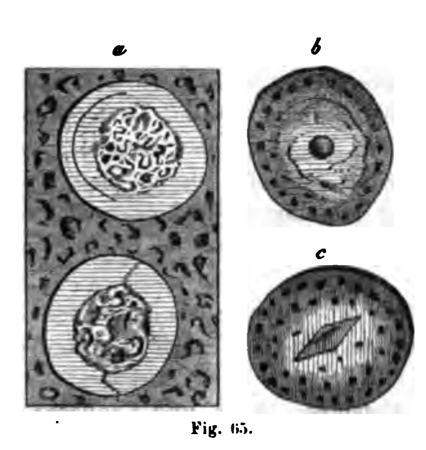


Fig. 65.

[1] American journal of sience and arts 1871. I. 256.



welches vielleicht der ursprünglichen Cellular-Structur der Mikrosporen entspricht. Andere abgeflachte Kapseln setzen dünne kohlige Lagen zusammen. Sie gehören fast ohne Zweifel zum Lepidodendron corrugatum, welches in denselben Schichten reichlich vorkommt und an einer Stelle einen förmlichen Wald von aufrechten Stümpfen bildet. Die grossen Kohlenflötze von Pictou (Nova Scotia) sind nach Dawsons Beobachtungen merkwürdig frei von Anzeichen dieser Körper; nur ein Lager von Cannel-Kohle aus einem Flötz in der Nähe von New-Glasgow besitzt zahlreiche flache bernsteinfarbige Scheiben, welche ihnen angehören mögen. In den Kohlen von Cape Breton sind die gelben, den Sporenkapseln ähnlichen Flecke beträchtlich häufiger, die meisten Sporenkapseln wurden aber in einer Steinkohle von Ohio und in einem Anthracit von Pennsylvanien wahrgenommen; in dem letztern haben einige ihre runde Form bewahrt und sind mit körniger Materie erfüllt, welche die Sporen darstellen dürfte.

Wenn aber auch Sporenkapseln in den meisten Kohlen gefunden werden mögen, so scheint doch ihre Gegenwart für die Zusammensetzung der Kohle selbst mehr zufällig als wesentlich zu sein, und sie kommen wahrscheinlich reichlicher in den Schiefern und Cannel-Kohlen vor, welche sich in seichten Wassern in der Nähe von Lycopodiaceen-Wäldern abgesetzt haben, als in den moorigen oder torfigen Ablagerungen, welche die gewöhnlichen, vorwiegend aus Rinden- und Holzsubstanz bestehenden Kohlen bildeten. Dawson macht auch darauf aufmerksam, dass man namentlich in Dünnschliffen die gelblichen Sporangien weder mit kleinen Concretionen bituminöser Materie noch mit pflanzlichen Epidermistheilen (z. B. von Psilophyton) verwechseln dürfe. Erwähnung verdient noch, dass der Tasmanit („white coal") vom Mersey-Fluss in Tasmanien zum grössten Theil aus Sporenkapseln von Farnen zusammengesetzt ist.

Ueber die eigenthümliche sog. Boghead-Cannel-Kohle aus den Kohlenrevieren des Torbane Hill bei Bathgate in Linlithgowshire (Schottland) sprach sich J. Quekett am Ende eines langen Streites, bei welchem nicht weniger als 78 Forscher betheiligt waren, dahin aus, dass die Substanz mikroskopisch keine Kohle, d. h. dass sie keinem der in Grossbritannien als Kohle gebrauchten Brennstoffe ähnlich sei. Obschon sie einige Eigenschaften der Kohle besitzt, sei es dennoch ein Mineral eigener Art, welches Thon zur Grundlage habe und von einem brennbaren Stoff stark durchdrungen erscheine; sind Pflanzen darin, so seien diese zufällig und für die Bildung des Minerals nicht wesentlicher als ein fossiler Knochen für die Felsart die ihn einschliesst[1]. Nach K. Haushofer erinnert die Bogheadkohle (wie auch die gewöhnliche glanzlose Braunkohle von Teplitz) in ihrer mikroskopischen Structur an sog. Pechtorf (Specktorf)[2].

[1]) Transact. of the microscopical soc. of London 1853. II. 34.

[2]) Neues Jahrb. f. Mineral. 1871. 396.



Bernstein. Mikroskopische und grössere Höhlungen sind in den Bernsteinen eine nicht ungewöhnliche Erscheinung. Einige Bernsteinhöhlungen erwiesen sich Brewster überrindet mit röthlichem Pulver, wahrscheinlich dem Absatz einer durch Einsaugung entfernten Flüssigkeit. Andere Bernsteinexemplare zeigten Höhlungen mit rauher Innenfläche, von kleinen parallelen Streifen herrührend; sie enthielten eine Flüssigkeit, welche theils einen beweglichen leeren Raum umschloss, theils die Höhlungen ganz erfüllte. Die dunkelgelblichbraune Flüssigkeit in andern Bernsteinen schmeckte nach Russ und hinterliess getrocknet eine bernsteinähnliche Masse. [1])

Um die Hohlräume im Bernstein zeigt dessen einfachbrechende Masse schöne eigenthümliche Polarisationserscheinungen, ähnlich den im Diamant beobachteten, welche Brewster ebenfalls auf Druckwirkungen zurückführt, die von den in den Hohlräumen comprimirten Gasen oder Flüssigkeiten ausgegangen seien (vgl. S. 250).

In Krystallen von Honigstein wurden von Göppert Coniferenzellen beobachtet [2]).

---

1) Philosoph. Magaz. (4) V. 1853. 233.

2) Abhandl. d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur. Abth. f. Naturw. u. Med. 1869. 67.



Vierter Abschnitt.

Allgemeines über die mikroskopische Structur der Gesteine.

Die Untersuchungen über die mikroskopische Structur der Gesteine knüpfen sich selbstredend zunächst an diejenigen derselben, welche nicht deuterogenen Ursprungs, nicht klastisch sind. Bei ihnen handelt es sich darum, die Lagerung und Ausbildung der Bestandtheile im Verhältniss zu einander festzustellen. Und wie wir im Grossen durch die Beobachtung der Lagerungs- und Structurbeziehungen der Felsarten, der gegenseitigen Durchsetzungen, Umschliessungen, Verschiebungen zu genetischen Schlussfolgerungen gelangen, so können dieselben auch aus den im Mikroskop erblickten Erscheinungen ähnlicher Art abgeleitet werden.

Nur kurze Zeit ist verstrichen, seit man zu der Ueberzeugung gelangt ist, es sei in der Ermittelung der mikroskopischen Structur der Felsarten eine grosse und wichtige Aufgabe zu lösen, und es gelte hier ein langes und unheilvolles Versäumniss endlich einzuholen. Blicken wir auf die frühern, zum Theil noch immer wiederkehrenden petrographischen Beschreibungen der Gesteinsstructur zurück, welche blos den makroskopischen Befund zum Ausdruck brachten, so begreift man in der That kaum, wie man sich durch dieselben befriedigt erachten und mit denselben Alles für abgethan halten konnte. Welche Farbe die ,,Grundmasse'' eines Porphyrs besass, ob sie hart oder weich war, ob sie mit Säuren brauste oder nicht, ob sie ,,beim Anhauchen thonig roch'', das wurde ausführlich und getreulich berichtet; aber aus welchen kleinsten Theilchen sie besteht, und wie dieselben denn eigentlich zusammengefügt und verbunden sind, diese wesentlichste aller Fragen schien entweder gleichgültig oder wurde der Spielball bei der Discussion deutungsreicher chemischer Analysen. Dünnschliffe und Mikroskop unternehmen es nunmehr, die eigentlichen, d. h. die kleinsten Structurverhältnisse in klares Licht zu stellen.

Wenn auch diese Untersuchungen augenblicklich nur erst einen kleinen Theil von Gesteinsvorkommnissen umfassen, so gestatten doch die bisherigen Ergebnisse, wie es scheint, bereits eine Gruppirung nach bestimmten allgemeinen Gesichtspunkten, welcher sich die später zu gewinnenden zwanglos einfügen und anreihen dürften. Im folgenden sei der Versuch gemacht, unter Zugrundelegung der mikroskopischen Verhältnisse die Hauptausbildungsweisen der Gesteinsstructur, bei welcher die mineralogische Zusammensetzung und die Natur der Gemengtheile gar nicht in Frage kommt, in Worte zu fassen. [1])

Die drei grossen Mikrostructur-Abtheilungen der Gesteine sind folgende:

I. Rein krystallinische Ausbildungsweise, Gesteine bestehend lediglich aus makroskopischen oder mikroskopischen krystallinischen Individuen, welche sämmtlich unmittelbar neben einander gelagert sind, und zwischen welchen keinerlei ihrerseits amorphe Masse steckt.

Diese Structur-Ausbildung ist es, welche bisher für fast sämmtliche Massengesteine vorausgesetzt wurde, mochten sie sich als deutlich körnig darstellen, wie die Granite, oder als Porphyre mit Krystallen, welche in einer ,,Grundmasse" hervortreten, oder als ,,kryptokrystallinische" Aphanite. Stets ging die Petrographie von der Voraussetzung aus, die letztgenannten beiden Gruppen seien im Wesentlichen nur Modificationen des erstern krystallinisch-körnigen (phanerokrystallinischen) Gesteinstypus, welchem dann die Glasgesteine, Pechstein und Obsidian nur gleichsam als Ausnahmen gegenüberständen.

II. Halbkrystallinische Ausbildung; die krystallinischen Gemengtheils-Individuen, welche entweder makro- und mikroskopisch oder blos mikroskopisch sind, machen nur einen Theil des Gesteins aus; neben ihnen ist eine vielfach im einzelnen abweichend beschaffene, aber stets als solche amorphe und nicht individualisirte Substanz vorhanden, welche sich bald in zurücktretender, bald in beträchtlicher Quantität an der Zusammensetzung des Gesteins betheiligt.

III. Unkrystallinische Ausbildung; das Gestein besteht in seiner typischen Beschaffenheit lediglich aus der letzterwähnten nicht individualisirten Substanz, welche hier von derselben wechselnden Beschaffenheit ist wie dort; makroskopische oder mikroskopische wirkliche Krystalle sind gar nicht oder fast gar nicht vorhanden.

Wenn dies die drei wohlcharakterisirten Structurtypen sind, unter welche die meisten Gesteine sich ordnen, so gehen diese Ausbildungswei-

---

[1]) In den Hauptzügen ist diese Gruppirung schon in derjenigen enthalten, welche sich 1870 bezüglich der Mikrostructur der Basaltgesteine ergeben hatte, vgl. F. Z. Untersuchungen über die Basaltgesteine S. 88. ff.

sen dennoch in einander über, indem Vorkommnisse erscheinen, welche förmlich auf der Grenze zwischen zweien derselben stehen. Ist die nicht individualisirte Substanz höchst spurenhaft nur vorhanden, so schliesst sich das Gestein sehr eng an den ersten Typus, das rein krystallinische Aggregat, an. Und ist dieselbe in einem andern so reichlich zugegen, dass die krystallinischen Elemente sehr stark zurückgedrängt sind, so mag man zweifelhaft sein, ob die Felsart dem zweiten oder letzten Typus zugerechnet werden soll. Zwischen dem ersten und letzten bestehen dagegen der Natur der Sache nach nicht diejenigen Uebergangsglieder wie sowohl zwischen dem ersten und zweiten als zwischen dem zweiten und dritten.

Es ist vielleicht nicht überflüssig, hinzuzufügen, dass das einzelne besonders benannte Gestein, welches seine specifische Stellung und Bezeichnung der Natur seiner Gemengtheile oder seiner makroskopischen Structurbeschaffenheit verdankt, nicht lediglich in einer und derselben dieser drei Abtheilungen ausgebildet zu sein braucht. Der durch den Gehalt an Plagioklas, Augit, Olivin und Magneteisen charakterisirte Basalt kann z. B. hier als rein-, dort als halbkrystallinisches Gestein vorliegen. Ja der Entwicklungszustand derselben zusammenhängenden Gesteinsmasse wechselt oft rasch auf sehr kleinem Raum. Deshalb lässt sich auch die Differenz obiger Ausbildungsweisen nicht für das allgemeine Schema der Gesteinsclassification verwerthen, welches in erster Linie immer auf die mineralische Natur der individualisirten Gemengtheile als auf das constanteste Moment begründet sein muss. Und von der Beschaffenheit und Combination dieser ist, wie schon angeführt, die Mikrostructur-Ausbildung im Grossen und Ganzen unabhängig. [1])

Bei der Aufstellung der obigen Structurtypen wurde selbstredend das makroskopische Aussehen ausser Acht gelassen: ein feinkörniger Granit und ein dem blossen Auge zwar homogen-dicht erscheinender Basalt oder Gabbro, der sich aber u. d. M. in ein reines Haufwerk krystallinischer Individuen ohne amorphe Substanz auflöst, besitzen offenbar übereinstimmende Structur. Auch kommt es dabei vorläufig nicht auf den üblichen Gegensatz zwischen gleichmässig zusammengesetzten und „porphyrartig" ausgebildeten Gesteinen an, ein Gegensatz, der sich zu weitern Unterabtheilungen verwerthen liesse.

Um Verwirrungen vorzubeugen, scheint es gerathen, das Wort Grundmasse in Uebereinstimmung mit dem bisherigen Sprachgebrauch nur im makroskopischen Sinne zu gebrauchen und damit diejenige, meist

[1]) Dies hat H. Credner nicht bedacht, wenn er in seinen „Vorschlägen zu einer neuen Classification der Gesteine" die Unterabtheilung der halbkrystallinischen Gesteine einführt, zu welcher übrigens mit demselben Recht wie der Melaphyr und Plagioklas-Basalt auch z. B. Quarztrachyt, Augitandesit, Leucitophyr gehören würden.



grössere Krystalle enthaltende Masse zu bezeichnen, welche dem blossen Auge homogen-dicht und unauflöslich erscheint, mag sich dieselbe u. d. M. verhalten, wie sie will. Diejenige Substanz aber, welche sich u. d. M. als der eigentliche nicht individualisirte Grundteig herausstellt, der Träger gewissermaassen der mikroskopischen wie makroskopischen Krystalle verdient augenscheinlich eine besondere Benennung und wird in Folgendem als Basis aufgeführt, worunter also ein mikroskopischer Begriff verstanden ist.[1]) In der Grundmasse steckt sehr häufig neben Krystallen die Basis; letztere kann z. B. glasig, felsitisch, aber nie krystallinisch-körnig zusammengesetzt sein; ist die makroskopische Grundmasse wirklich durch und durch homogen, so fallen natürlicherweise beide Begriffe zusammen.

Es ist nun die Aufgabe, die einzelnen der oben gewonnenen allgemeinen Structur-Abtheilungen nach ihrer besondern Ausbildungsweise zu betrachten und die sich ergebenden Untergruppen zu entwickeln.

I. Rein krystallinische Ausbildung.

Dieselbe gibt das charakteristische ihrer Entwicklung nicht nur mikroskopisch, sondern, und zwar verhältnissmässig oft, auch makroskopisch zu erkennen: der Granit liefert ein ausgezeichnetes Beispiel für dieses Structurverhältniss, welches im Allgemeinen nicht gerade am häufigsten vorkommt. Dem blossen Auge fast homogen erscheinende ächte Gabbros sind mikroskopisch ebenfalls mit demselben ausgestattet; ferner gehören hierher Granulite und ein grosser Theil der krystallinischen Schiefer.

Bald sind die einzelnen zusammensetzenden Gemengtheils-Individuen, mögen sie makroskopisch oder mikroskopisch sein, durchschnittlich von denselben Dimensionen, bald treten makro- und mikroporphyrisch einzelne grössere Krystalle deutlich und scharfbegrenzt darunter hervor.

Nicht nur die scheinbar homogene Masse einiger von makroskopischen Krystallen freier sog. kryptokrystallinischer Gesteine, sondern auch die Grundmasse (vgl. S. 267) mancher porphyrisch ausgebildeter Vorkommnisse besitzt diese rein krystallinisch-körnige Mikrostructur, z. B. verschiedene Varietäten von Basalt, Melaphyr, sowie nicht minder auch von Quarzporphyren (Felsitporphyren).

Vogelsang bezeichnet die makroskopischen Gemenge dieser Art als Granomerite, die mikroskopischen mit grössern porphyrartig hervortretenden krystallinischen Einsprenglingen als Granophyre, die mikroskopischen ohne letztere Ausscheidungen als Granophyrite[2]).

[1]) Vgl. darüber Rosenbusch im Neuen Jahrb. f. Mineral. 1872. 57 und Vogelsang, Archives néerlandaises. VII. 42. Beide Forscher schlagen für die letztere Masse die Bezeichnung Magma vor; da mit diesem Worte aber gewöhnlich ein ganz anderer Sinn verknüpft wird, so scheint das disponible „Basis" empfehlenswerther zu sein.

[2]) Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XXIV. 1872. 534.



Ist auch die gänzliche Abwesenheit irgend einer nicht individualisirten Substanz u. d. M. das Bezeichnende für diese Gruppe, so wird man doch vielleicht nicht umhin können, derselben auch diejenigen Glieder noch zuzuzählen, in welchen jene Materie in einem höchst verschwindenden Maasse und kaum mehr als solche ordentlich hervortretend vorhanden ist.

II. Halbkrystallinische Ausbildung.

Diese Mikrostructur-Gruppe umfasst, wie es scheint, weitaus die meisten der massigen Eruptivgesteine. Das charakteristische liegt für dieselbe, wie erwähnt, in der Zusammensetzung aus krystallinischen Individuen und nicht individualisirter Substanz. Die aus diesen beiden Elementen constituirte Masse erscheint dem blossen Auge meist homogen oder ausserordentlich feinkörnig (als Grundmasse), und in derselben können nun makroskopische Krystalle hervortreten (dazu die meisten der verschiedenen Porphyrgesteine) oder auch gänzlich fehlen. Das was für diese Gruppe wesentlich ist, gibt sich somit vorzugsweise erst u. d. M. im Dünnschliff zu erkennen. Und daher kommt es denn, dass erst in letzterer Zeit überhaupt die Aufmerksamkeit auf dies Structurverhältniss gelenkt wurde und man zu der Ueberzeugung gelangt ist, viele der stets für durch und durch krystallinisch gehaltenen Gesteine seien in der That eigentlich nur zum Theil krystallinisch [1]). Fälle, wo dasselbe auch makroskopisch hervortritt, sind vergleichsweise selten, z. B. an porphyrartigen Krystallen sehr reiche Obsidiane und Pechsteine.

Die nicht individualisirte, als solche amorphe Substanz, welche mikroskopisch in den Gesteinen dieser Gruppe steckt und den Gemengtheils-Individuen gegenüber gewissermaassen die Rolle einer fremden Masse spielt, muss Gegenstand einer eingehenden Beschreibung sein, welche sich sowohl

---

[1]) Es ist durchaus unverständlich, wie v. Lasaulx in seinen „Petrographischen Studien an den vulkanischen Gesteinen der Auvergne" an sehr zahlreichen Stellen die Beschaffenheit der von ihm untersuchten Laven oder ihrer Grundmasse „kryptokrystallinisch" oder „durchaus krystallinisch" nennt und dann unmittelbar darauf bei der Beschreibung der Dünnschliffe mittheilt, dass die eigentliche Basis des Gesteins glasiger Natur sei. Ein solcher, noch dazu bei einem mikroskopisirenden Petrographen sich oftmals findender Widerspruch ist dazu angethan, die grösste Verwirrung der Ausdrücke zu erzeugen und eine bedauernswerthe Unklarheit in die Begriffe derjenigen zu bringen, welche diesen Studien ferner stehen, nicht minder auch vielleicht die Anerkennung des Werths mikroskopischer Forschungen überhaupt zu schmälern. Einer ähnlichen Inconsequenz macht sich Bořický schuldig, welcher bei böhmischen Basalten von einer „aus vorwaltender Glassubstanz bestehenden krystallinisch-dichten Grundmasse" redet. Auch in der von Credner am Ende seiner oben angeführten Schrift gegebenen Tabelle kehrt dieselbe wieder, wo „halbkrystallinische, d. h. mit viel Glas versehene" Gesteine eine Unterabtheilung der krystallinischen bilden.



auf die sehr manchfaltige Beschaffenheit derselben als auf die Art und Weise bezieht, wie sie zwischen und neben den krystallinischen Gemengtheilen vertheilt ist.

Was die abwechslungsreiche Ausbildungsweise dieser Materie betrifft, so scheinen im frischen Zustande derselben namentlich folgende Verhältnisse vorzukommen:

1) Rein glasig.
2) Theilweise entglast durch Ausscheidung von eigenthümlichen Körnchen oder Nädelchen, welche nicht Mikrolithen der Gemengtheile sind.
3) Ein Aggregat von solchen Körnchen, Nädelchen, Häärchen darstellend, zwischen denen kein oder fast kein Glas hervortritt (mikrokrystallitisch).
4) Mikrofelsitisch; die beiden letztern nahe verwandt.

Die einzelnen dieser Fälle verdienen eine besondere Besprechung.

1) Nicht individualisirte Substanz rein glasig.

Neben den krystallinischen oder krystallisirten Gemengtheilen findet sich hierbei in mehr oder weniger reichlicher Quantität eine beim ersten Blick durchs Mikroskop auffallende homogene amorphe Masse von gewöhnlich lichter oder dunkler gelblichbrauner Farbe,[1]) auch wohl graulich oder in sehr dünnen Schliffen fast farblos (die tiefer gefärbte tritt natürlich immer besser als die lichte hervor). Diese Glassubstanz verhält sich im polarisirten Licht einfach brechend: beim Drehen der Nicols und des Präparats selbst zeigt sie keine Farbenverschiedenheiten, sondern nur Differenzen von Helligkeit und Dunkelheit, welche der jedesmaligen des gläsernen Objectträgers vollkommen entsprechen: bei parallelen Nicols ist das Maximum der Helligkeit, bei gekreuzten das Maximum der Dunkelheit. Bildet die reine Glasmasse gerade den Rand des Präparats, so kann man bei gekreuzten Nicols an dieser Stelle nicht beobachten, wo das Präparat anfängt, da jene und das Glas des Objectträgers beide gleichmässig tiefdunkelschwarz erscheinen.

An der rein glasigen Masse verhältnissmässig reiche Dünnschliffe bieten bei nicht allzustarker Vergrösserung zwischen gekreuzten Nicols ein ausnehmend schönes Bild dar, wenn auf dem alsdann kohlschwarz erscheinenden Grunde der Glasmasse die unzähligen eingewachsenen und wirr nach allen Richtungen umhergestreuten Krystalle mit ihren verschiedenen gelben, braunen, prachtvoll grünen und blauen, brennend rothen Farben scharf abgezeichnet, leuchtend und grell hervortreten.

Ist die Glasmasse intensiv gefärbt, so ist gar oft zu beobachten, dass

---

[1]) Vogelsang's Angabe a. d. J. 1867 (Phil. d. Geol. 160), dass ihm mikroskopisch dunkel gefärbte Glasmasse kaum jemals vorgekommen sei, wird wohl von ihm augenblicklich nicht mehr aufrecht erhalten.

die hyalinen amorphen Einschlüsse in den krystallinischen Gemengtheilen des Gesteins, wie im Feldspath, Leucit, Quarz, Olivin, auch wohl in Hornblende oder Augit, allemal in der Farbe mit jener übereinstimmen; namentlich tritt dies bei den farblosen oder lichtern Individuen, wie im Feldspath, Quarz, Olivin, weniger bei den dunklern, wie im Augit oder der Hornblende, hervor.

Hin und wieder ist die nicht individualisirte Glasmasse als solche nicht vollständig homogen, sondern es liegen darin vereinzelte gewissermaassen versprengte Mikrolithen der Gesteinsgemengtheile, z. B. Augit- oder Feldspathnädelchen, Magneteisenkörnchen.

Was das Quantitätsverhältniss zwischen amorpher reiner Glasmasse und krystallinischen Gemengtheilen anbetrifft, so ist dasselbe theoretisch und thatsächlich im Allgemeinen jedweder verschiedenen Abstufung fähig. Diejenigen Vorkommnisse, in welchen die erstere ganz ausserordentlich überwiegt, die letztern nur in ganz verschwindendem Maasse vorhanden sind (z. B. krystallführende Obsidiane), wird man zweckmässig überhaupt dem Gesteinsstructur-Typus III zuweisen. Andererseits gibt es Gesteine, in welchen der Glasteig, wenn auch alles durchdringend, doch kaum mehr als spurenhaft zugegen ist und förmlich nur wie ein Hauch zwischen den vorwaltenden Gemengtheilen steckt, und wo es, zumal wenn er farblos oder sehr licht ist, nur an gewissen Punkten gelingt, ihn direct als solchen zu beobachten. Da selbst der höchst dünn ausgefallene Schliff immerhin für das Mikroskop noch eine gewisse Dicke hat, so sind hier Stellen, wo unter oder über der pelluciden hyalin-amorphen Masse nicht noch kleine Krystalle gelegen wären, sehr selten, und im polarisirten Licht scheinen alsdann deren bunte Farben hindurch. Kommt auch so die Glassubstanz nicht recht zur Geltung, so weist doch die Unbestimmtheit der Farben und die Verschwommenheit der Umrisse bei den Krystallen auf die Gegenwart jener hin. An den gewöhnlich am dünnsten ausfallenden Rändern der Präparate liegt die grösste Wahrscheinlichkeit vor, dass der Schliff hin und wieder blos die nicht individualisirte Glasmasse getroffen hat. Sie tritt überhaupt im polarisirten Licht bei parallelen Nicols besser als im gewöhnlichen hervor, weil alsdann die farbig gewordenen Krystalle entschiedener gegen dieselbe abstechen. An Vorkommnissen, wo die Glasmasse den ausgeschiedenen Krystallen fast das Gleichgewicht hält, sollte man zuerst ihre Natur studiren, um sie möglichst da wiederzuerkennen, wo sie sich in verschwindender Quantität an der Constitution des Gesteins betheiligt. Am wenigsten wird man ihre Anwesenheit übersehen, wenn man in den Präparaten der sonst verhältnissmässig glasreichen Vorkommnisse, die zufälligerweise sehr glasarm beschaffenen Stellen genauer betrachtet und sich deren eigenthümlichen Habitus eingeprägt hat.

Selbst bei einem und demselben Gesteinsvorkommniss braucht — was

ja im voraus zu vermuthen — die Glasmasse keineswegs an allen Stellen in gleicher Menge vorhanden zu sein. Und die mikroskopische Untersuchung verschiedener Handstücke desselben Fundpunkts liefert oftmals dafür den Beweis, wenn diese auch im äussern Ansehen von jener Abweichung in der Mikrostructur nicht das mindeste verrathen.

Ist die amorphe Glasmasse reichlicher zugegen, so bildet sie einen Grundteig (Basis nach S. 268) in welchen die Individuen der Gemengtheile dicht oder lockerer eingebettet sind. Die in geringerer Menge vorhandene Glassubstanz ist oft in eigenthümlicher Weise keilähnlich zwischen die grössern divergirenden Gemengtheile gedrängt und förmlich eingeklemmt, gewissermaassen als Rest bei der Gesteinsverfestigung die engen Maschen zwischen dem Netzwerk derselben ausfüllend — eine besondere Weise der mikroskopischen Texturausbildung, welche bei einer andern Beschaffenheit der nicht individualisirten Substanz eine grössere Bedeutung gewinnt.

Von der Gegenwart einer solchen nicht individualisirten reinen Glasmasse verrathen die damit ausgestatteten ächt halbkrystallinischen Gesteinsvorkommnisse im äussern makroskopischen Ansehen gewöhnlich nichts; bisweilen steht eine eigenthümliche, zwischen dem Schimmernden und Pechglänzenden liegende Beschaffenheit der Bruchflächen damit in Zusammenhang. Dieselbe ist daher auch in den meisten an einer solchen Structur sich betheiligenden Felsarten gar nicht vorausgesetzt worden. Basalte, Melaphyre, Leucitophyre, Trachyte, Phonolithe, Quarzporphyre sind es vorzugsweise, von welchen manche Vorkommnisse dieses Mikrostructurverhältniss vorführen.

Der Nachweis von der unvermutheten Anwesenheit der Glasbasis ist geeignet, zwei Umstände zu erklären: das Gelatiniren der basischen Gesteine mit Säuren wird durch vorhandene hyaline Substanz, welche wahrscheinlich selbst recht basisch ist, entweder gänzlich oder zum Theil gedeutet. Und ferner ist der Kieselsäure-Ueberschuss derjenigen Gesteine, welche zwar keinen Quarz sichtbar enthalten, deren Kieselsäuremenge aber diejenige des Sanidins übersteigt, wahrscheinlich nicht, wie dies früher üblich war, auf feinvertheilten Quarz zurückzuführen, sondern wird durch vorhandene saure glasige (oder felsitische) Masse hervorgebracht. Dies dürfte u. A. bezüglich vieler bisher Quarztrachyt, Quarzandesit (z. B. die von Abich analysirten Vorkommnisse der Andes und des armenischen Hochlandes) genannten Gesteine der Fall sein.[1])

2) Nicht individualisirte Substanz theilweise körnig oder nadelig entglast.

In andern als den vorher besprochenen Fällen ist die neben den Gemengtheils-Individuen auftretende, ihrerseits nicht individualisirte Substanz

[1]) F. Z. im Neuen Jahrb. f. Mineral. 1868. 709.



kein reines Glas, sondern eine Glasmasse, in welcher die Ausscheidung von eigenthümlichen Körnchen und Nädelchen stattgefunden hat, von mikroskopischen Gebilden, welche nicht etwa Mikrolithen der Gesteinsgemengtheile darstellen. Insbesondere ist die körnchenführende Glassubstanz in vielen Gesteinen weit verbreitet und nach ihrer ganzen Erscheinung ungemein charakteristisch.

Scharfbegrenzte gelblichbräunliche oder dunkelbraune, allemal dunkler als das Glas gefärbte kugelrunde oder eirunde Körnchen liegen dabei innerhalb des letztern in geringerer oder grösserer Menge oft dichtgedrängt ausgeschieden;[1] der Durchmesser der dicksten, welche ziemlich durchscheinend sind, übersteigt wohl selten 0.005 Mm., die winzigsten sehen bei stärkster Vergrösserung nur wie feine Pünktchen in dem Glas aus. Ist die amorphe Substanz recht reichlich vertreten, und sind die Körnchen in dem Glas recht gehäuft, so erscheinen dickere Stellen dieser Masse oft ganz impellucid braun oder schwarz, und man bedarf sehr dünner Schliffe, um die eigentliche mikroskopische Devitrifications-Structur des Glases zu beobachten, welche aber auch gewöhnlich da gut untersucht werden kann, wo diese Substanz über einen schiefliegenden farblosen Krystall z. B. von Feldspath theilweise hinübergreift, und gewissermaassen ein sich zuschärfender und allmählig sehr verdünnender Keil derselben gebildet wird.

Da selbst die dicksten dieser Körnchen bei gekreuzten Nicols auch nicht die schwächste polarisirende Wirkung hervorbringen und nicht im mindesten aus der dunkel werdenden Glasmasse hervorleuchten, so wird man sie nur für eisenreicheres Glas halten können[2]; sie gehören zu den eine Abtheilung der Krystalliten (vgl. S. 95) bildenden Globuliten Vogelsangs (Archives néerlandais. VII. 49). Durchaus dürfen sie mit jenen dunkelgrünen Glaskörnchen verglichen werden, welche in der an sich gewöhnlich farblosen Masse der grünen Hochofenschlacken so häufig ausgeschieden sind und diesen ihre Farbe verleihen. Ganz ähnlich den letztern erweisen auch die Körnchen in der Glasmasse mitunter eine linienartige Reihung zu nadelförmigen Gestalten (Longuliten), wobei dann die einzelnen etwas in einander verflösst erscheinen.

Die grössern Körnchen zeigen mitunter ein kleines Kreischen in sich,

---

1) Dies sind wohl ohne Zweifel diejenigen Gebilde, welche v. Lasaulx in seinen petrographischen Studien an den vulkanischen Gesteinen der Auvergne „braungefärbte Bläschen in der glasigen Grundmasse“ nennt; es liegen keineswegs hohle Bläschen, sondern solide Körnchen vor.

2) Mit dieser Erklärung stimmte auch später Vogelsang überein: „Lors même que, par suite de leur petitesse et de leur agglomération, les grains ne peuvent être étudiés séparément, les caractères optiques de l'ensemble, tels que la transparence et l'isotropie, indiquent suffisamment, que ces globulites élémentaires sont de nature vitreuse.“ (Archives Néerlandaises 1872).

dessen Bedeutung zweifelhaft ist: auf ein innerliches Bläschen scheint es nicht zurückzuführen zu sein, da es lange nicht dunkel genug umrandet ist: in den kleinsten Körnchen wird dafür nur ein Pünktchen wahrgenommen.

Die körnchenführende Glasbasis ist in den meisten Fällen fast farblos, blassgelb oder graulich. Die amorphen festen Einschlüsse, welche in den Krystallen der mit dieser Structur versehenen Gesteine liegen, sind seltener gleichfalls körniges, gewöhnlich homogenes reines Glas, meistens von licht bräunlicher Farbe: sie sehen wohl eben deshalb gleichmässig, aber lichter braun als die Körnchen aus, weil zur Zeit der Einhüllung derselben die Spaltung in Glas und Körnchen sich noch nicht vollzogen hatte.

Diese körnig-halbglasige Substanz ohne Individualisation dient in der Regel nicht als eigentliche reichliche Gesteinsbasis, in welcher, wie es bei reinem Glas so oft der Fall, die ausgeschiedenen Krystallindividuen eingebettet liegen, sondern sie ist, weniger reichlich vorhanden, förmlich nur zwischengedrängt zwischen die grössern krystallisirten und krystallinischen Gemengtheile. Diese eingeklemmten Keile derselben sind sehr charakteristisch: Fig. 66 soll, soweit dies möglich ist, die körnchenführende Glassubstanz und ihre Vertheilung zwischen den Krystallen zur Anschauung bringen. Basalte und Laven, Melaphyre, Grünsteine, Trachyte weisen z. B. dies Structurverhältniss auf, welches oft in überraschender Weise bei den einzelnen sehr verschiedenalterigen oder von den entferntesten Punkten herrührenden Ablagerungen bis ins kleinste Detail übereinstimmend ausgebildet erscheint.

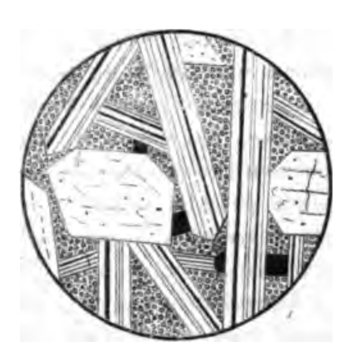


Fig. 66.

Die amorphe Glasmasse der halbkrystallinischen Gesteine enthält bei andern Gesteinsvorkommnissen anstatt der erwähnten Körnchen mikroskopische feine nadelförmige Gebilde in sich ausgeschieden, welche wie jene keineswegs etwa Mikrolithen der daneben erscheinenden Gemengtheile ausmachen. Diese Nädelchen sind meist von haar- oder strichähnlicher Dünne, gewöhnlich schwarz und dann entweder impellucid oder etwas bräunlich durchscheinend, hin und wieder auch dunkelbräunlichgelb und dann etwas pellucider, bald gerade gezogen, bald verdreht, gekrümmt und gewunden, dabei sowohl nur vereinzelt eingewachsen, als auch innerhalb der glasigen Partieen des Gesteins zu Büscheln, wirren Flöckchen und eigenthümlichen netzartigen Geweben zusammengehäuft.

Namentlich die schwarzen ganz oder fast ganz impelluciden nadelförmigen Entglasungsgebilde sind recht charakteristisch und in der amorphen Substanz einiger halbkrystallinischer Gesteine weit verbreitet. Dieselben

haben eine solche Aehnlichkeit mit denjenigen, welche in der vorwaltenden Glasmasse von Obsidianen, Pechsteinen, Bimssteinen beobachtet werden und Trichite genannt wurden[1], dass sie wohl kaum für etwas anderes gelten können.

Insbesondere da, wo in den halbkrystallinischen Gesteinen eine deutliche Glasmasse ziemlich reichlich vorhanden ist, und im Dünnschliff zusammenhängende grössere Stellen bildet, gewähren diese Trichite darin einen zierlichen Anblick und lassen sich sehr gut untersuchen. In diesem Falle sind ausser den selbst bei stärkster Vergrösserung nur haarfeinen schwarzen Nädelchen auch dickere, mitunter bräunlichschwarze Gebilde derselben Beschaffenheit ausgeschieden, länger oder kürzer, viele an den Enden etwas keulenförmig verdickt, andere zugespitzt, dabei manche deutlich gekrümmt. Diese Nädelchen und Borsten sind dann in dem gewöhnlich gelblichen oder bräunlichen, seltener farblosen Glas zu allerliebsten gestrickten Figuren oder skelettartig zusammengehäuft, indem sich kürzere dünnere an längere dickere unter rechten und schiefen Winkeln ansetzen oder bilden Bäumchen mit Aesten und Zweigen oder durchkreuzen sich zu einem netzähnlichen Gespinnst (Fig. 67).

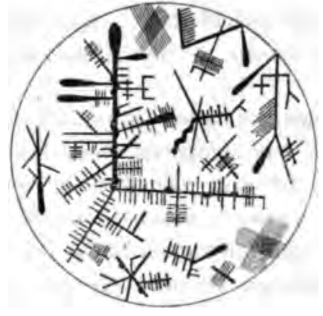



Fig. 67.

In denjenigen halbkrystallinischen Gesteinen (vorzugsweise Basalten), welche nicht mit einem förmlichen Glas-Grundteig ausgestattet sind, sondern die amorphe hyaline Masse nur hier und da in ihrem Gewebe erkennen lassen, ist diese auch sehr oft mit ganz denselben Trichiten erfüllt, welche aber hier ausserordentlich fein und dünn und dabei gewöhnlich büschel- oder flockenartig zusammengehäuft erscheinen, selbst so dicht, dass das Glas kaum mehr gut dazwischen hervortritt; die einzelnen haarähnlichen Gebilde sind dabei meistens etwas gebogen, oft schleifenartig gekrümmt oder blitzähnlich geknickt, pinselartig auseinanderlaufend. Solche Flecken von trichitführender Glasmasse, welche bei gekreuzten Nicols tief

[1]) F. Z. in Zeitschr. d. d. geol. Ges. XIX. 1867. 744. Ueber die Frage, ob diese Trichite etwa mit Magneteisen zusammenhängen, vgl. Obsidian.

dunkel werden, finden sich z. B. in den Basalten als recht häufige Erscheinung, zu deren Studium freilich ein dünnes Präparat und eine etwas stärkere Vergrösserung erforderlich ist. Wo sie nicht seitlich durch grössere Krystalle begrenzt und abgeschnitten werden, da verschwimmen sie allmählig in das benachbarte feinere, schwach und unscheinbar glasgetränkte Gesteinsgewebe.

Der violettlich bläulichgraue oder graulichblaue Ton, welchen die trichitführenden Glasstellen so oft aufweisen, ist zum Theil dem Glas eigenthümlich, zum Theil aber kommt er eben von den zahlreich eingewachsenen haarähnlichen und von unten durch das Glas durchscheinenden Gebilden her, wobei dann die eigentliche Glasmasse an sich farblos ist.

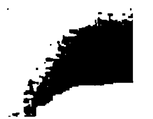
Glaspartieen, welche diese dünnen schwarzen Nädelchen führen, geben sich hauptsächlich nur in den Gesteinsvorkommnissen mit sehr minutiösen Gemengtheilen zu erkennen und sind in auffallender Weise für die gröberkörnigen höchst selten. Die Erscheinung, dass sich diese nadelförmigen Körperchen einerseits in den jedenfalls sehr schnell starr gewordenen Gläsern, andererseits vorzugsweise oder fast lediglich in den feinkörnigen halbkrystallinischen Gesteinen finden, welche nach allgemeiner und begründeter Annahme rascher erkaltet sind als die gröbern Gemenge, stimmt in befriedigender Weise zusammen und spricht dafür, dass dieselben zumal da gerne sich ausscheiden und wachsen, wo die Masse einer beschleunigten Erstarrung unterlegen ist.

An andern Orten sind die in dem Glas der halbkrystallinischen Gesteine in ganz ähnlicher Weise hervortretenden, bald längeren, bald kürzern, geraden oder gebogenen Nädelchen nicht schwarz, sondern in verschiedenen Tönen bräunlich oder gelblich, dabei schwach durchscheinend. Vermuthlich ist ihre Zusammensetzung von der der schwarzen etwas verschieden, als Mikrolithen der Gesteinsgemengtheile können sie aber ebenso wenig gelten.

Die Entglasung der hyalinen Substanz hat in der Regel als einfachste und elementarste Producte entweder jene Körnchen oder diese Nädelchen geliefert; beide Ausbildungsweisen bestehen gesondert für sich, und verhältnissmässig selten sind die Fälle, wo in dem deutlich hervortretenden Glas der halbkrystallinischen Gesteine beide — rundliche und längliche — Gebilde zusammen vermengt sich ausgeschieden haben.

3) Nicht individualisirte Substanz ein Aggregat von Körnchen, Nädelchen, Häärchen, zwischen denen kein oder fast kein Glas hervortritt. Mikrokrystallitisch.

Bei der letzterwähnten Beschaffenheit der nicht individualisirten amorphen Basis der halbkrystallinischen Gesteine war zwischen den eigenthümlichen Ausscheidungsgebilden eine Glassubstanz noch als solche deutlich zu erkennen. In andern Massen ist aber die Entglasung noch weiter gegan-



gen, so dass darin gar kein eigentlicher Glasteig zu sehen ist (wenngleich derselbe wahrscheinlich höchst spärlich vorhanden zu sein pflegt), sondern sie fast ganz oder ganz zu einem Haufwerk von dunklern oder lichtern Körnchen, Nädelchen, Häärchen und unbestimmten Kryställchen wurden, weshalb man dieselben vielleicht mikrokrystallitische nennen könnte. Von einer eigentlichen Individualisation in bestimmte Gebilde kann man bei dem confusen, häufig ganz unauflösbaren Durcheinander derselben um so weniger reden, als diese Körperchen ebenfalls nicht Mikrolithen der grössern Gemengtheile darstellen, sondern von ganz unbestimmbarer Natur sind. Ferner tritt diese Masse, wie immer dieselbe auch beschaffen sei, der Aggregation der krystallinischen Gesteinsgemengtheile gegenüber als ganz abweichende, förmlich fremde Substanz auf, durchaus zu unterscheiden von etwa sehr kleinkrystallinischen Stellen des gewöhnlichen Gesteinsgewebes. Sehr winzige Dimensionen und ein höchst dichtes Gewirre der sich daran betheiligenden Körperchen erzeugen oft ein felsitähnliches Ansehen. Selbstredend ist es übrigens, dass diese Ausbildungsweise, die gewissermaassen nur ein weiter fortgeschrittenes Stadium der vorhergehenden darstellt, mit dieser durch alle Uebergangsglieder zusammenhängt, welche eine ganz scharfe Trennung vereiteln, so wohlcharakterisirt auch die beiden extremen Structurbeschaffenheiten sind, auf deren Beschreibung es hier zunächst ankommt.

Als bemerkenswerth verdient hervorgehoben zu werden, dass die in jener Weise entglaste, als solche amorphe Substanz nicht als reichlich vorhandener eigentlicher Grundteig, sondern nur, immer in geringerer Menge zugegen, als zwischen die grössern Gemengtheile gedrängte und förmlich keilähnlich eingeklemmte Masse in den halbkrystallinischen Gesteinen auftritt, wobei ihr Umriss durch die Lage der ringsum befindlichen Krystalldurchschnitte gegeben ist. Ferner erscheint sie allemal blos da, wo überhaupt verhältnissmässig grössere Krystalle sich ausgeschieden haben.

Worin der entglaste Zustand hier eigentlich bestehe, das ist bald deutlicher bald weniger gut zu gewahren, und das genauere Studium der Beschaffenheit erfordert einerseits einen recht dünnen Schliff, andererseits ein Mikroskop von starker Auflösungsfähigkeit. Wohl die häufigste Art und Weise der Ausbildung ist diejenige, dass es in ihr wimmelt von feinen pelluciden oder dunklen, nadelartigen kurzen Stachelchen, welche sehr häufig gekrümmt sind und sich im richtungslosen Gewebe einander durchwachsen oder zu moosförmigen Gebilden gruppiren. Daneben unterscheidet man dann noch dunkle feine Körnchen, und durch das Haufwerk dieser Körperchen ziehen sich oft noch längere farblose faserähnliche Nadeln, bisweilen zu mehrern parallel verlaufend. Mitunter ist die entglaste Masse ganz verworren oder ziemlich parallelfaserig zusammengesetzt, und darin liegen dann wohl vereinzelt oder zu gestrickten Formen aggregirt dickere



schwarze oder dunklere Nädelchen. Sollte diese Zwischenmasse auch hin und wieder fast krystallinisch aussehen, so bleibt doch in ihr noch immer ein graulicher, unauflösbarer und vermuthlich glasführender Grund zurück. Welche Beschaffenheit derselben aber auch eigen sei, sie besteht, wie erwähnt, vorwiegend aus Gebilden von anderer Natur als die eigentlichen Gesteinsgemengtheile und spielt den letztern gegenüber die Rolle einer völlig fremden und heterogenen Substanz. Die allgemeine Farbe derselben hat bald einen gelblichen, bald einen graulichen Ton.

Offenbar wird eine solche Masse in dickern Schichten eine impellucide Beschaffenheit besitzen; selbst aber, wo sie beim Schleifen eine nur hautähnliche Dünne gewonnen hat, kann man wegen der Zusammensetzung aus unendlich feinen Körperchen ihre Mikrostructur nicht allemal gut erkennen: man sieht öfters blos, dass man es mit einer hierher gehörigen, vollständig entglasten an sich amorphen Basis zu thun hat, ohne dass sich die constituirenden Theilchen einzeln erblicken lassen. Polarisirende Wirkungen übt sie bei grösster Dünne nicht aus, sondern verhält sich zwischen den Nicols völlig indifferent, vermuthlich deshalb, weil die kleinen sie zusammensetzenden Körper überhaupt nicht die Eigenschaften krystallinischer Medien besitzen oder zu winzig sind, um ihren optischen Charakter geltend zu machen.

Im Grossen und Ganzen will es scheinen, als ob diese Structurausbildung mehr den augitführenden als den hornblendehaltigen, und mehr den kieselsäurearmen als den kieselsäurereichen Felsarten eigen sei. Anamesite, Basalte, Trachyte, Melaphyre, Augitporphyre, Grünsteine führen häufig eine in dieser Weise beschaffene amorphe Zwischenmasse in sich; für die Anamesite ist sie geradezu charakteristisch zu nennen.

Mehr als die glasige oder halbglasige ist die so entglaste nicht individualisirte Basis-Masse zur Umwandlung geneigt, und man kann Verlauf und Resultat dieses Vorganges oft in einem Dünnschliff ganz deutlich verfolgen, welcher neben frischer Substanz alle Veränderungsstadien darbietet. Sie wird zunächst trübe und schmutzig grünlichgrau und bräunlichgelb, bleibt dabei entweder ziemlich homogen, oder es entwickelt sich darin allmählig wohl eine neue Faserbildung, und das Ende des Processes ist im Durchschnitt die Entstehung von kleinern oder grössern Halbkreisen oder kreisförmigen Ringen, welche aus einzelnen concentrischen Schichten mit verschiedenen Nuancen derselben Farbe — vorzugsweise grün oder gelbbraun — zusammengesetzt sind und dabei sehr zierliche, feinradiale Faserung aufweisen; Kügelchen sind es natürlich, welche geschnitten ein solches Bild gewähren (Fig. 68). Eine in dieser Weise beschaffene Substanz findet

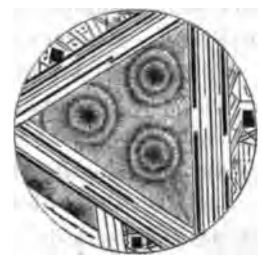


Fig. 68.



sich sehr häufig zwischengedrängt zwischen die divergirenden noch frischen grossen Feldspathleisten, Augit- oder Hornblendedurchschnitte, vollständig dieselbe Stelle einnehmend wie die ursprüngliche entglaste Zwischenmasse, sie örtlich vertretend und dadurch ihre eigene Abkunft verrathend. Und um diese bemerkenswerthe Umwandlung zur vollsten Gewissheit zu machen, gewahrt man deutlich alle Uebergänge der Zersetzung, erblickt Stellen, wo das Neubildungsproduct noch Partieen der anfänglichen unveränderten Masse fleckenweise einschliesst, und eine vollkommene Verflössung zwischen beiden stattfindet. Die neugebildeten Fasern besitzen übrigens meist die Eigenschaft, sehr schön zu polarisiren.

Wer diese faserigen und mikroconcentrischen Massen — welche man weder mit secundären Hohlraumausfüllungen noch mit dem Umwandlungsproduct gewisser Gemengtheile verwechseln darf — zuerst beschaut, wird wohl kaum auf den Gedanken kommen, hier veränderte Stellen der ursprünglich entglasten Zwischenpartieen vor sich zu haben, bis das Studium der verschiedenen Zersetzungsstadien der letztern ihn zur zweifellos richtigen Deutung geleitet. Nur der nasse Weg kann es gewesen sein, auf welchem diese Veränderung von Statten gegangen ist.

Die geschilderten Vorgänge werden mitunter noch dadurch bestätigt, dass in den grössern Feldspathen derjenigen Gesteine, deren amorphe Zwischenmasse schon vollständig ein radial-strahliges, grünes oder braunes Umwandlungsproduct darstellt, ausgezeichnete Einschlüsse liegen, welche die ursprüngliche Entglasungsbeschaffenheit noch beibehalten haben und selbst wohl ein Bläschen in sich erkennen lassen. Ja man kann in einem und demselben Feldspath beobachten, dass blos bei den seiner compacten Masse eingebetteten wohlconservirten Einschlüssen diese Structur bewahrt blieb, während diejenigen, welche durch ein den Feldspath durchsetzendes Spältchen getroffen wurden, ganz in eine (grünliche) feinstrahlige Masse verändert erscheinen, welche auf das genaueste mit der nunmehr die Zwischenpartieen des eigentlichen Gesteinsgewebes bildenden übereinstimmt.

Es scheint, dass überhaupt jene trüben, schmutzig gelbbraunen und lichter oder dunkler grünen fleckenartigen oder keilförmigen Partieen von oft feinfaseriger oder mikrosphäroidaler Zusammensetzung, die man in Dünnschliffen etwas angegriffener Anamesite, Grünsteine, Melaphyre gar häufig schon mit blossem Auge erkennt, ihre Gegenwart, Farbe und Textur der Alteration einer zwischengedrängten amorphen, ganz oder fast ganz entglasten Masse verdanken. Doch gilt es hier auf der Hut zu sein vor einer Verwechslung derselben mit den grünlichen, ebenfalls oft faserigen Umwandlungsproducten der Augite und Olivine, welche indess gewöhnlich noch die ehemaligen Krystallcontouren im Durchschnitt offenbaren.

Am Schlusse der Erörterungen über diese Mikrostructurverhältnisse sei auf die erwähnenswerthe Thatsache hingewiesen, dass im Grossen und



Ganzen eine gewisse, gesetzähnliche Beziehung existirt zwischen der Beschaffenheit der besprochenen nicht individualisirten Substanzen und der Grösse der krystallinischen Gesteinsgemengtheile. Die zuletzt erwähnte ganz entglaste Basis findet sich fast stets nur da wo überhaupt verhältnissmässig grössere Krystalle nebenbei zur Ausscheidung gelangt sind. Da die vollständige Entglasung die Wirkung einer langsamen Erstarrung ist, und im Allgemeinen die krystallinische Ausbildung aus einer geschmolzenen Masse um so grobkörniger ausfällt, je langsamer dieselbe fest wird, so ist in der That jene Beziehung in der Natur der Sache begründet. Umgekehrt tritt die reine glasige, von Ausscheidungen freie amorphe Substanz, welche als das Product einer beschleunigten Festwerdung gilt, im regelrechten Gegensatz dazu nur in viel feinkörniger-halbkrystallinischen Gesteinen auf.

4) Nicht individualisirte Substanz mikrofelsitisch.

Mit dem Namen Felsit bezeichnet man bekanntlich makroskopisch die dem blossen Auge homogen erscheinende Masse, welche z. B. namentlich die Grundmasse der sog. Felsitporphyre und vieler Liparite abgibt. U. d. M. bietet diese Substanz in sehr vielen Fällen eine eigenthümliche charakteristische Ausbildungsweise dar, welche deshalb auch eine felsitische genannt werden mag: dabei muss aber ganz besonders betont werden, dass keineswegs jede makroskopisch als Felsit bezeichnete Masse auch mikroskopisch die letzterwähnte Beschaffenheit besitzt, vor allem durchaus nicht immer eine amorphe, sondern oft völlig krystallinische Structur aufweist. So sei denn die mikroskopische Structur-Ausbildungsweise, um welche es sich hier handelt, als mikrofelsitische eingeführt, um einer Verwechslung mit dem üblichen makroskopischen Begriff Felsit vorzubeugen, welcher also keineswegs immer zugleich auch mikrofelsitisch beschaffen ist.

Die mikrofelsitische Basis ist wie die vorigen als solche amorph, sie besitzt im Gesteins-Durchschnitt keine selbständigen Contouren, ihre Begrenzungen werden durch diejenigen der krystallinischen Gemengtheile vorgezeichnet, und sie dringt als rundliche Buchten wohl in die letztern hinein. Ihre eigentliche Beschaffenheit ist abwechselnd und nicht leicht in Worte zu fassen. Sie repräsentirt ein Entglasungsproduct, welchem zwar hyalines Ansehen gänzlich fehlt, das aber andererseits nicht in einzelne wirklich individualisirte Theilchen zerfällt; gewöhnlich sind es ganz unbestimmte, oft halbverflossene Körnchen oder unbestimmte Fäserchen, welche die Mikrofelsitmasse zusammensetzen. Zwischen gekreuzten Nicols wird sie in ihrer typischen Ausbildung völlig dunkel, sendet aber auch wohl bisweilen einen allerdings nur ganz schwachen und verschwommenen gemeinsamen Lichtschein aus. Die kleinen Fäserchen und Körnchen besitzen manchmal entschiedene oder rohere Anlage zur radialen Anordnung. Die Farbe der eigentlichen



mikrofelsitischen Substanz pflegt im dünnen Schliff sehr hell zu sein, lichtgraulich, - gelblich, - röthlich bis fast farblos; oft aber ist sie mit kleinen dunkeln Körnchen (Globuliten, übereinstimmend mit den auf S. 273 erwähnten) durchsät, welche wohl auf gewissen Stellen eine rohradialstrahlige Richtung verfolgen, oder mit bräunlichgelben und bräunlichrothen Körnchen einer Eisenverbindung regellos durchsprenkelt. Eine letzte Glasbasis mag in manchen mikrofelsitischen Massen zugegen sein, wenn sie auch als solche nicht deutlich erkennbar hervortritt. Bei minderer Erfahrung kann es leicht geschehen, dass mikrofelsitische Substanz mit trüb verwitterten Feldspathen verwechselt wird.

Es leuchtet ein, dass im Grossen und Ganzen eine gewisse Aehnlichkeit zwischen dieser und der vorhin besprochenen Ausbildungsweise einer amorphen Masse besteht, und in der That kommen sich dieselben auch ziemlich nahe. Allein die feinere Structur ist doch einigermaassen verschieden, und abgesehen von der gewöhnlichen Farbendifferenz erscheint die mikrofelsitische Basis nur höchst selten in der Form jener charakteristischen, zwischen die grössern krystallinischen Gemengtheile eingeklemmten Partieen, wie die vorige, sondern bildet meist zusammenhängende Stellen, deren Summe sehr häufig über die Gemengtheils-Individuen das Uebergewicht erlangt. Zudem sind es vorzugsweise recht kieselsäurereiche Gesteine, wie Quarzporphyre und noch mehr die Liparite, in denen sie zur Entwicklung gekommen ist, während die vorige Ausbildungsweise hauptsächlich mit basischern Felsarten verknüpft befunden wurde.

Zwischen der mikrofelsitischen Masse, welche nicht in eigentliche Individuen zerfällt und einem Aggregat zwar höchst winziger, aber wirklich krystallinischer, körniger Individuen scheint es noch Mittelglieder und Entwicklungs-Uebergänge zu geben, welche wegen ihrer schwer zu bestimmenden Ausbildung weder mehr recht als erstere noch schon sicher als letzteres gelten können. In der Grundmasse vieler Quarzporphyre z. B. gibt es Stellen, die bei gekreuzten Nicols ein sehr klein und unregelmässig gefleckte oder fast marmorirtes Polarisationsbild liefern, welches sich über die schwache oder fehlende optische Wirkung der mikrofelsitischen Basis erhebt, während es andererseits nicht recht wahrscheinlich ist, dass hier leibhaftige Quarz- und Feldspath-Individuen im kleinkörnigen Gemenge vorliegen. Jedenfalls steht aber unter allen Entfaltungen, deren die Devitrification fähig ist, die mikrofelsitische im Verein mit der vorigen (oder vielleicht noch mehr als diese) der ganz krystallinischen am nächsten.

III. Unkrystallinische Ausbildung.

Die hierher gehörigen Vorkommnisse bestehen in ihrer reinsten Form lediglich aus einer nicht individualisirten Substanz, welche bald glasig bald mikrofelsitisch entwickelt ist (krystallfreier Obsidian, Tachylyt, man-



cher Felsitfels). Wie man aber diejenigen Gesteine, in deren krystallinischem Aggregat z. B. nur ganz spurenhafte, kaum hervortretende Glasmaterie steckt, dennoch füglich krystallinische nennen kann, so dürften zu den unkrystallinischen auch umgekehrt noch solche gerechnet werden können, in welchen eine gegen die weitaus vorwaltende amorphe Hauptmasse ganz zurückstehende spärliche Ausbildung von Krystallen oder Mikrolithen Platz gegriffen hat. Selbstredend liegen viele Mittelglieder zwischen dieser Structurabtheilung und derjenigen der halbkrystallinischen Gesteine vor, wogegen in der Richtung nach der rein krystallinischen Ausbildung ein eigentlicher Uebergang nur selten vorkommt.

Dieser Structur-Typus ist unter allen dreien am seltensten entwickelt. Es können sich übrigens auch abweichend beschaffene ihrerseits nicht individualisirte Substanzen vereint daran betheiligen, z. B. mikrofelsitische Materie und Glasmasse in Verbindung treten, eine Combination, wie sie z. B. etliche Pechsteine aufweisen.

Während die mikroskopische Structur der massigen fast krystallinischen oder halbkrystallinischen Gesteine meistentheils vollkommen richtungslos ist, gibt es Stellen in ihnen, wo die sog. **Mikrofluctuations-** oder **Mikrofluidaltextur** [1]) sich in allerdeutlichster Weise zu erkennen gibt.

In den Gläsern und Halbgläsern ist es eine vielverbreitete Erscheinung, dass die mikroskopischen, farblosen, schwarzen, grünen Mikrolithen, welche in der Glasmasse ausgeschieden liegen, innerhalb derselben stellenweise zu Strängen, Strömen und Schwärmen zusammengruppirt sind, welche einen welligen gewundenen Verlauf haben, welche sich vor einem grössern

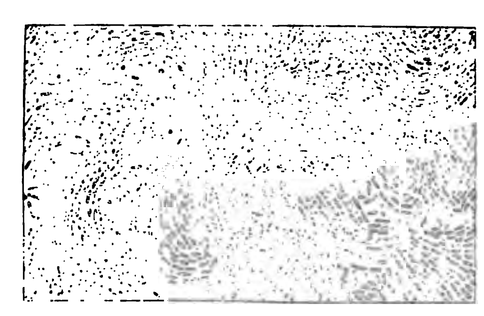



Fig. 69.

Krystall aufstauchen, denselben augenähnlich umfliessen um sich dahinter wieder zu vereinigen, oft auch vor einem solchen förmlich zerstoben, auseinandergetrieben und zersplittert erscheinen (Fig. 69) — alles Verhältnisse,

---

[1]) Was den Ausdruck anbelangt, so scheint der Name Fluctuationstextur (F. Z.



welche augenfällig auf die Fluctuationen hinweisen, die in dem erstarrenden Glasmagma stattfanden und noch zu wirken fortfuhren, als jene Mikrolithen bereits ausgeschieden waren.

Eine ganz analoge Mikrostructur, ähnliche Bewegungsphänomene, von welchen die Bruchflächen der Handstücke dem blossen Auge oder der Loupe nichts verrathen, enthüllen nun auch überaus häufig die Dünnschliffe der eigentlich nur zum Theil krystallinischen Massengesteine, der Basalte, Trachyte, Phonolithe, Melaphyre, Grünsteine u. s. w. Die kleinsten leistenförmigen Durchschnitte von orthoklastischem oder plagioklastischem Feldspath, Säulchen von Hornblende oder Augit, schmale Nephelinrechteckchen, Mikrolithen verschiedener Art, kurz die mit einer Längsaxe versehenen mikroskopischen Gebilde, welche anderswo im richtungslosen Gewirre umherliegen, sind streckenweise wie die Baumstämme in der Fluth einer Holzschwemme parallel neben einander gruppirt zu Strömen, welche sich oft hin und her winden, welche fächerartig oder eisblumenähnlich auseinanderlaufen; wo grössere Krystalle diesen Strängen länglicher nadelförmiger Körper im Wege liegen, da werden sie von ihnen umzingelt, wobei sich letztere alle tangential stellen, oder die Ströme sind aus ihrem Verlauf abgelenkt und zur Seite geschoben, oder wie durch einen harten Stoss endigen sie plötzlich davor, und die kleinen Mikrolithen sind nach allen Richtungen auseinandergefahren.

Zur Beobachtung dieser Erscheinungen der Mikrofluctuationstextur ist es gerathen, sich gekreuzter Nicols zu bedienen, da alsdann die einzelnen farbig werdenden Kryställchen mit ihrer charakteristischen Richtung sich besser, als dies im gewöhnlichen Licht der Fall ist, herausheben, wodurch oft ein allerliebstes Bild erzeugt wird. Ferner benutze man nur schwache Vergrösserung, um auf einmal einen grössern Theil des Präparats überschauen und den Verlauf der Strömungen weiter verfolgen zu können.

Für das deutliche Hervortreten der einst erfolgten Fluctuation ist, wie man sieht, die Gestalt der Kryställchen nicht ohne Bedeutung: sind letztere nadelähnlich oder leistenförmig, also mit einer Längsaxe versehen, so werden selbst schwache Bewegungen der Masse zum unverkennbaren Ausdruck kommen; haben sie rundliche Körnerform, so kann es leicht geschehen, dass stattgefundene Fluctuationen im Gesteinsbilde fast unausgeprägt geblieben sind.

Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1867. 742) trotz der grössern Länge vor demjenigen Fluidaltextur (Vogelsang, Philosophie d. Geologie 1867. 138) den Vorzug verdienen; es kommt nämlich hier auf die Fluctuationen eines Fluidums, nicht auf das letztere als solches an, die Bezeichnung muss sich an den Vorgang der Bewegungen, nicht an den Zustand der beweglichen Masse selbst knüpfen. Und der Begriff des Fluidums schliesst noch nicht die darin stattgefundenen Fluctuationen ein. Zuerst vielleicht ist von diesen Phänomenen die Rede in der Abhandlung von E. Weiss: Beiträge zur Kenntniss der Feldspathbildung, Haarlem 1866. 143. Es scheint, dass dieselben fast gleichzeitig und unabhängig von diesem Forscher, von H. Vogelsang und F. Z. beobachtet wurden.



Hin und wieder kann man auch schon mit blossem Auge in manchen Dünnschliffen die Fluctuationstextur beobachten, indem hier selbst die eben sichtbaren leistenförmigen Durchschnitte insbesondere farbloser Feldspathe dasselbe Gefüge hervorbringen, wie es sonst nur von mikroskopischen Kryställchen erzeugt wird.

Auch durch dunkle Körnchen, welche neben einander zu Reihen gruppirt sind, die sich parallel zu Strängen zusammenfügen, wird in manchen Gesteinen, z. B. Pechsteinen, Rhyolithen eine solche Textur zum Ausdruck gebracht. Diese Körnchenstränge winden sich auf das verschiedenartigste und bizarrste hin und her, so dass die durch ihren Verlauf gebildeten Zeichnungen marmorirten Papieren nicht unähnlich sehen. Ferner sind es wohl gekräuselte oder gebogene, durch Farbe und Beschaffenheit abweichende Streifen von felsitischer Materie, wodurch die Bewegungsvorgänge zur Anschauung gelangen.

Drei wichtige Punkte sind es namentlich, worauf diese eigenthümliche Mikrostructur, welche unzweifelhaft mit Fluctuationen der erstarrenden Masse zusammenhängt, ganz offenbar verweist. Einerseits deutet sie an, dass das damit versehene Gestein einstmals (als Magma) eine plastische Beschaffenheit besass, und dass darin zu einer Zeit, als grössere Krystalle schon ausgeschieden waren, noch Verschiebungen der kleinern Mikrolithen erfolgten. Bald nachdem diese Strömungen stattfanden, scheint alsdann die Masse so rasch festgeworden zu sein, dass dieselben gewissermaassen fixirt wurden und so der heutigen Beobachtung aufbewahrt blieben. Damit steht sodann die fernere Folgerung im Zusammenhang, dass die grossen und kleinen Krystalle nicht genau auf der Stelle, wo wir sie erblicken, auch von Anfang an gebildet, sondern dass sie durch rein mechanische Einwirkung der umgebenden plastischen Masse in ihre jetzige Lage gebracht wurden. Andererseits wird durch diese Structur dargethan, dass die zusammensetzenden kleinsten Kryställchen ihre gegenseitige Gruppirung und Gestalt, welche von der Verfestigung her datirt, noch nicht verändert haben, dass, welchen nachträglichen Umwandlungen auch die mit dieser Mikrostructur ausgestatteten Gesteine im Lauf der Zeit anheimgefallen sind, diese Alterationen nicht entfernt hingereicht haben, die charakteristische Urstructur zu verwischen.

Auf den ersten jener Punkte gestützt werden wir nicht irren, wenn wir überhaupt den ursprünglichen Zustand der Glasgesteine und der die ächte Mikrofluctuationstextur aufweisenden halbkrystallinischen Massengesteine als gleichbeschaffen annehmen und somit auch den letztern die Entstehung aus einer geschmolzen plastischen Masse zuschreiben.

In zweifellos durch und durch krystallinischen, einer amorphen Masse völlig entbehrenden Gesteinen hat man bis jetzt die Mikrofluctuationstextur noch nicht beobachtet. Aber sie tritt selbst da noch auf, wo eine ganz



spurenhafte, fast verschwindende Glassubstanz nur wie ein Hauch zwischen den krystallinischen Gemengtheilen steckt. Und im Hinblick auf diese Verhältnisse möchte man geneigt sein, in dem Vorhandensein dieser Structurerscheinung einen Beweis für die gleichzeitige Gegenwart einer wenn auch noch so spärlich entwickelten — meist hyalinen — amorphen Substanz auch in denjenigen Gesteinen zu finden, in welchen diese selbständig nicht zu erkennen ist.

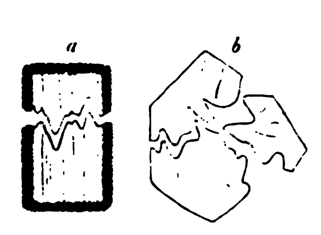
Die Mikrofluctuationstextur ist, wie aus dem Vorhergehenden zur Genüge erhellt, eine Ausbildungsweise, die für eine Anzahl genetisch zusammengehörender Gesteine im minutiösesten Maassstabe, in grenzenlosem Detail und in vielseitigster Entfaltung Verhältnisse zum Ausdruck bringt, von welchen bis jetzt nur ein Theil mit unvollkommenen Zügen makroskopisch als lineare Parallelstructur oder Streckung bekannt war. Das, was für das blosse Auge sichtbar in dieser Beziehung beobachtet werden konnte, beschränkte sich auf die der Richtung der geflossenen Lavaströme parallele Verlängerung und Ausreckung der Blasenräume und auf die gleichsinnige Lagerung der säulenförmigen Individuen von Augit, Hornblende und Feldspath in Laven, Trachyten, Syeniten.

In directer Beziehung zu der die Bewegungen der vormals halbplastischen Gesteinsmasse vorführenden Mikrofluctuationstextur steht der Umstand, dass man mitunter in den Basalten, Trachyten, Melaphyren, Laven u. s. w. zerbrochene mikroskopische und fast makroskopische Krystalle findet, gerade wie dies im Grossen z. B. bei den Sanidinen des Trachyts vom Drachenfels, den Orthoklaskrystallen fichtelgebirgischer und elbaner Granite und des ilmenauer Quarzporphyrs vorkommt. Diese zerbrochenen Krystalle dürfen keineswegs etwa mit einer ursprünglichen verkrüppelten, im regelrechten Wachsthum gehemmten Missbildung verwechselt werden. Die Bruchfläche selbst ist dabei gewöhnlich ganz rauh und splitterig ausgezackt, die beiden (oder vielen) Bruchstücke liegen entweder noch ziemlich nahe nebeneinander, mitunter blos etwas gegenseitig verrückt und durch Gesteinsmasse getrennt, oder es zeigt sich nur das eine Fragment, während das zugehörige in der Nähe nicht aufzufinden ist.

Quarze, Olivine, Feldspathe, Hornblenden, Augite, Apatite, Leucite, ja grössere Magneteisenkörner weisen ungemein häufig diese Erscheinung in den Dünnschliffen auf, welche überhaupt im mikroskopischen Maassstabe weitaus verbreiteter ist, als man auf Grund der bisherigen makroskopischen Erfahrungen glauben sollte. Porphyrgesteine gibt es, bei welchen sogar die meisten wenigstens der kleinern Krystalle in unverkennbarer Weise blosse Bruchstücke sind. Bezüglich der zerbrochenen Quarzkrystalle in den Quarzporphyren vgl. die Beschreibung dieses Gesteins. v. Drasche berichtet, dass in dem Hornblende-Andesit von Wöllan in Steiermark die Quarzkrystalle in hunderte von Stücken zersprengt sind,



wobei dann die Grundmasse zwischen die regellos umherliegenden Fragmente eingedrungen ist.[1]. Fig. 70 *a* stellt einen quer durchgebrochenen schwarz umsäumten Hornblendekrystall dar: wären die beiden Theile auch weiter von einander getrennt, so würde jeder derselben durch das Fehlen



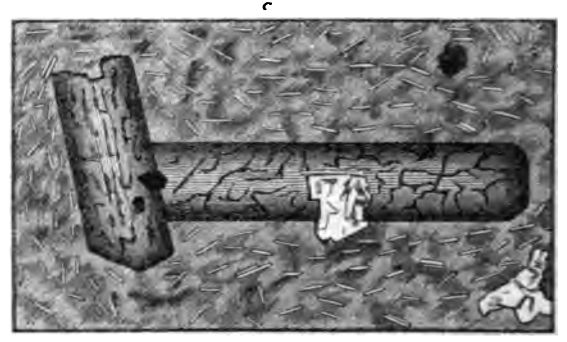


Fig. 70.

des dunklen Randes auf der ausgezackten vierten Begrenzungslinie seine fragmentare Natur verrathen. Fig. 70 *b* ist ein in drei Stücke zersplitterter Quarzkrystall, welcher wiederum zusammengeschoben, den Durchschnitt einer Combination von Prisma und Pyramide ergibt. In Fig. 70 *c*, einem schwarzen von Vogelsang abgebildeten Pechstein vom Monte Sieva in den Euganeen liegt ein langer brauner Hornblendekrystall, welcher zerbrochen und wovon das eine Stück quer gegen das andere gedrängt ist; beide Stücke haben je ein krystallinisch und ein unregelmässig durch die Bruchfläche begrenztes Ende. In dem längern Stück findet sich in der Bruchfläche ein eingeschlossener Magneteisenkrystall, dessen vorragendes Ende ganz genau dem Ausschnitt am Bruchende des andern Stücks entspricht: offenbar ist an dieser schwachen Stelle der Krystall gebrochen, und die Fragmente sind nachher gegen einander gedrängt. Glimmerblättchen erscheinen selten zerbrochen, dafür aber manchmal gebogen, wobei dann die obersten Lamellen an der convexen oder concaven Seite wohl etwas aufgeblättert sind.

Es ist bemerkenswerth, dass diese zerstückelten mikroskopischen Krystalle vorzugsweise in solchen massigen Gesteinen vorkommen, in denen die Mikrofluctuationstextur besonders deutlich ausgebildet erscheint und jene Hin- und Herbewegung des Magmas verkündigt, welche mechanische Einwirkungen auf die bereits ausgeschiedenen Krystalle im Gefolge hatte. Doch wie auch hin und wieder in krystallinischen Schiefern zerbrochene

[1] Tschermak's mineralogische Mittheilungen 1873. I. Heft.

Krystalle bekannt sind, z. B. die Turmalinsäulen im Chloritschiefer, so beobachtet man gleichfalls mikroskopische Vorkommnisse dieser Art in den Dünnschliffen jener Gesteine.

Die allgemeinen Mikrostructur-Verhältnisse der einzelnen gesteinsbildenden Mineralien sind im vorhergehenden Abschnitte zur Beschreibung gelangt und werden für den folgenden als bekannt vorausgesetzt. An jener Stelle bot sich indessen keine Gelegenheit, der sphäroidalen Aggregate zu gedenken, welche die sog. kugelige und sphärolithische Structur der Gesteine zu Wege bringen und nicht als gleichwerthig mit deren einzeln individualisirten Gemengtheilen betrachtet werden können.

Vogelsang, welcher die Sphärolithe kürzlich zum Gegenstand seiner Studien gemacht hat[1], geht davon aus, dass es zweckmässig sei, mit der Bezeichnung Sphärolith keinen genetischen, sondern einen blos morphologischen Begriff zu verknüpfen, darunter alle kugeligen, oft radial struirten Gebilde in den Gesteinen zu verstehen und den Namen nicht lediglich auf diejenigen Kugeln zu beschränken, welche sich wie in den künstlichen so auch in den natürlichen Gläsern finden, wo sie nur als Ausscheidungsproducte aus einer geschmolzenen Masse gelten können. Von diesem weitern Gesichtspunkt aus hat er folgende auf die Zusammensetzung und Structur gegründete Eintheilung der Sphärolithe versucht:

Die Globuliten (vgl. S. 95), jene rundlichen Erstlingsgebilde der Ausscheidung häufen sich manchmal zu kugeligen oder beerenförmigen oder ellipsoidischen Gruppen zusammen, welche keine Radialstructur aufweisen und als Cumulite bezeichnet werden. Andere Sphärolithe entstehen durch radiale Gruppirung kleiner Sphäroide, welche selbst entweder Globuliten sind, oder schon rudimentäre Cumuliten darstellen. Diese Aggregate central gereihter Kügelchen sind die Globosphärite. Eine fernere Abtheilung machen die Sphärolithe mit einer krystallinisch-radialen Structur, die Belonosphärite aus, für welche der bekannte corsische Kugeldiorit mit seinen auseinanderlaufend strahligen Hornblende- und Anorthitnadeln ein Beispiel abgibt. Die häufigsten Sphärolithe schliessen sich weder der einen noch der andern bisher erwähnten Ausbildungsweise an; sie bestehen aus undeutlich und unbestimmt entwickelter Felsitsubstanz mit häufig mehr oder weniger entschieden radialer, gewöhnlich aber concentrischer Anordnung der kleinsten Theilchen und werden mit dem Namen Felsosphärite befasst.[2] Schliesslich können auch krystallinische Körner zu

[1] Archives neerlandaiseses VII. 1872.

[2] Diese Art der Ausbildung scheinen die meisten (nach dem bisherigen Sprachgebrauch eigentlichen) Sphärolithe in den Gläsern und Halbgläsern zu besitzen.



rundlichen Kugeln zusammentreten ohne in ihrer Anordnung eine radiale oder concentrische Anlage zu offenbaren, wie die Sphäroide in dem Hornblende-Andesit von Schemnitz; mitunter liegen sie indess auch in einer felsitischen oder glasigen Grundmasse; für sie wurde der Name Granosphärit gebildet.

Ebenso wie die Structur bietet auch der optische Charakter der Sphärolithe manche Verschiedenheiten. Die Cumulite üben überhaupt nur eine sehr schwache polarisirende Wirkung aus. Je besser man im gewöhnlichen Licht eine feine Radialstructur erkennt, desto besser tritt auch zwischen gekreuzten Nicols ein feinstrahliger Lichteffect hervor. Aber dieser fällt fast niemals ganz gleichförmig aus, selbst wenn ein völlig planparalleler Schnitt des Sphäroliths vorliegt. Abgesehen davon, dass die Form des letztern meist keine vollkommene Kugel ist, und dass die Strahlen von einem excentrisch gelegenen Punkt auslaufen, bieten die einzelnen Theile des Sphäroids keine ganz gleichmässige und symmetrische Entwicklung dar; es besteht vielmehr aus einer Vereinigung von verschieden grossen und verschieden zahlreichen Büschelsegmenten, und indem diese in der Regel an ihren Rändern mehr oder weniger in einander greifen, wird die Polarisationswirkung an diesen Punkten alterirt. Die eigentlichen Felsosphärite polarisiren sehr schwach, sind bald ganz isotrop, bald zeigen sie zwischen den Nicols bläulichweissen Schein mit schwarzem Kreuz.



Fünfter Abschnitt.

Besondere mikroskopische Beschaffenheit der einzelnen Gesteine.

Dem Mikroskop fällt bei der Untersuchung der Felsarten eine dreifache Rolle zu: erstens die mineralogische Natur der zusammensetzenden einzelnen Gemengtheile festzustellen, sodann die mikroskopische Beschaffenheit der letztern, namentlich mit Rücksicht auf Structurbeziehungen zu erforschen, endlich die Mikrostructur der Gesteine als solcher zu ermitteln. Hand in Hand mit diesen Beobachtungen gehen die Studien über die etwa eingetretenen Veränderungen und über die Paragenesis der constituirenden Elemente. Als letztes und höchstes, nur auf der Basis der vorhergehenden Untersuchungen zu erreichendes Ziel schwebt der mikroskopischen Petrographie die Betheiligung an der Lösung der Frage nach der Entstehungsweise der Gesteine vor, einer Frage, welche endgültig in den meisten Fällen nur durch das innige Zusammenwirken mit geologischer Beobachtung zum Austrag gebracht werden kann.

Derjenige, welcher selbständige mikropetrographische Untersuchungen zu beginnen beabsichtigt, sollte seine Studien zunächst an makroskopisch und mikroskopisch wohlbekannte, unzersetzte und möglichst krystallinisch ausgebildete Vorkommnisse knüpfen, um sich mit der Erscheinungsweise der Hauptgemengtheile, dem allgemeinen Aussehen ihrer Substanz im gewöhnlichen und polarisirten Licht, ihrer Mikrostructur, ihren mehr oder weniger charakteristischen Durchschnittsformen genau vertraut zu machen, und alsdann erst die auf diesem Gebiet gewonnenen Erfahrungen weiter zur Analyse zu verwenden.

Eine systematische Gruppirung der hier mit Bezug auf ihre mikroskopischen Verhältnisse behandelten Felsarten ist für den vorliegenden Zweck von viel geringerer Bedeutung als etwa in einem Lehrbuche der Petro-

graphie. Naturgemäss sondern sich die Gesteine in nicht-klastische[1] und klastische (deuterogene). Die erstere weitaus vorwaltende Abtheilung zerfällt in die

einfachen und
gemengten Gesteine.

Die letztern gruppiren sich je nach ihren allgemeinen Structurbeziehungen in

massige (nicht geschieferte, z. gr. Th. körnige)[2] und
schieferige Gesteine.

Die massigen Gesteine führen der allergrössten Hauptzahl nach Feldspath (Orthoklas, Plagioklas) oder einen Vertreter von Feldspath (Nephelin, Leucit); nur ein ganz kleiner Theil derselben ist feldspathfrei.

Die feldspathhaltigen Massengesteine werden nach dem augenblicklichen Sprachgebrauch, wie es scheint, am zweckmässigsten in folgender Weise geordnet:

I. Orthoklasgesteine.
1) *mit Quarz (oder Kieselsäure-Ueberschuss):* Granit, Granitporphyr, Quarzporphyr[3], Liparit, kieselsäurereiche Gläser und Halbgläser (Obsidian, Bimsstein, Perlit, Pechstein).
2) *ohne Quarz, mit oder ohne Plagioklas:* Syenit, quarzfreier Orthoklasporphyr, Trachyt.
3) *ohne Quarz mit Nephelin (oder Leucit):* Foyait mit Miascit, Liebenerit-Orthoklasporphyr, Phonolith, Sanidin-Leucitgesteine.

II. Plagioklasgesteine.
1) *mit Hornblende:* Quarzdiorit, Diorit, Porphyrit, Hornblendeporphyr, Dacit, (Hornblende-) Andesit.
2) *mit Augit:* Diabas, Augitporphyr, Melaphyr, (Augitandesit), Feldspathbasalt (mit Dolerit und Anamesit), Tachylyt.
3) *mit Diallag:* Gabbro.
4) *mit Hypersthen:* Hypersthenit.

---

1) Mit Rücksicht auf das S. 269 Angeführte erscheint die Bezeichnung „krystallinisch" im Gegensatz zu „klastisch" nicht mehr völlig passend. Die Benennung ursprüngliche oder protogene kann aus dem Grunde nicht angewandt werden, weil manche der hierher gehörigen Gesteine höchst wahrscheinlich, einige zweifellos Umwandlungsproducte sind. So musste als vorläufige Aushülfe der freilich missliche Name „nicht-klastisch" gewählt werden, wie es scheint der einzige, welcher wenigstens die ganze Gesteinsabtheilung wirklich deckt.

2) Der vorhergehende Abschnitt hat dargethan, dass die gemengten Gesteine keineswegs in „körnige" und schieferige eingetheilt werden können.

3) Da die Grundmasse der Felsitporphyre nicht immer auch mikrofelsitisch beschaffen ist, so wurde, um der auf S. 281 erwähnten Verwechslung vorzubeugen, für dieselben das Synonym Quarzporphyr gewählt.



5) *mit Glimmer:* Glimmerdiorit.

6) *mit Olivin* (Serpentin): Forellenstein.

III. Nephelingesteine.

Nephelinit und Nephelinbasalt.

IV. Leucitgesteine.

Leucit-Sanidingestein, Leucitbasalt.

Zu den feldspathfreien, nicht schieferigen gemengten Gesteinen gehören u. a. Eklogit, Turmalinfels, Olivinfels, Eulysit, Saussurit-Gabbro.

Die Abtheilung der schieferigen gemengten Gesteine begreift Gneiss, Granulit, Glimmerschiefer, die scheinbar homogenen, aber mikrokrystallinischen Schiefer.

Die Einsicht in die folgenden Bogen wird darthun, dass für etliche der so eben namhaft gemachten Gesteine überhaupt noch gar keine, für manche nur sehr spärliche und selbst zu einer vorläufigen Kenntniss kaum ausreichende mikroskopische Untersuchungen vorliegen. Mehr noch ist dies für die klastischen Gesteine der Fall, welche als regenerirte Trümmergebilde allerdings auch in sehr vielen Repräsentanten das Interesse für ihre mikroskopische Zusammensetzung und Structur in beträchtlich minderm Maasse in Anspruch nehmen.

In der eben angeführten Gruppirung der Feldspathgesteine sind geologische Altersverhältnisse wenigstens nicht tabellarisch zum Ausdruck gekommen, wenngleich den einzelnen petrographischen Namen gemäss dem üblichen Sprachgebrauch der Begriff eines mehr oder weniger bestimmten Alters anhaftet. Die Thatsachen häufen sich immmer mehr, welche die gewohnte Eintheilung der Eruptivgesteine in ältere (vortertiäre) und jüngere (nachtertiäre) und die darauf gegründete Benennung der einzelnen als wenig empfehlenswerth erscheinen lassen. Abgesehen von der gewöhnlich etwas abweichenden Mikrostructur der Quarze und der veränderten Beschaffenheit der Feldspathe ist in der That kein makroskopischer oder mikroskopischer Unterschied zwischen den ältern Quarzporphyren (Felsitporphyren) und den jüngern Lipariten (Quarztrachyten), abgesehen von der mehr oder weniger eingetretenen molecularen Alteration keiner zwischen vielen alten Melaphyren und jungen Basalten, weder in der Zusammensetzung noch Structur. Die Trappe, welche in Schottland nachweislich gleichalterige Einlagerungen in dem untern Steinkohlensandstein bilden (Diabase), und diejenigen, welche dort Tuffe mit miocänen Blattresten überlagern (Basalte), sind in Dünnschliffen schlechterdings nicht auseinanderzuhalten.

Es wäre zu wünschen, dass diejenigen Gesteine, welchen identische mineralogische Zusammensetzung und in den Hauptzügen übereinstimmende Structur eigen ist, auch nur einen einzigen gleichen Namen besitzen. Altersverschiedenheiten, welche gewisse kleine Modificationen bedingen, könn-



ten alsdann durch Adjectiva ausgedrückt werden. Für die Eruptivgesteine wäre damit dasselbe Princip der Nomenclatur adoptirt, welches für die sedimentären anstandslos alle Zeit gültig gewesen ist. Wir sprechen von carbonischem und tertiärem Kalkstein und Sandstein, weshalb nicht auch von carbonischem und tertiärem Basalt oder Diabas? Und dazu ist die augenblickliche Bezeichnungsweise nicht einmal consequent: Die Combination von Plagioklas und Diallag nebst oder ohne Olivin heisst mit gänzlicher Verläugnung des Altersprincips Gabbro, mag sie zur Steinkohlenformation gehören oder, wie in Italien, das Eocän durchsetzen oder, wie auf den Hebriden, nur eine geologische Dependenz der miocänen Basalte darstellen.

Die Ausführung jenes Wunsches, welcher wie es scheinen will, zur Zeit von vielen Forschern in mehr oder weniger offen ausgesprochener Weise getheilt wird[1]), würde auch einer Schwierigkeit begegnen, die sich eigenthümlich seltener in Deutschland als in andern Ländern z. B. in Grossbritannien einstellt: der Unsicherheit der Altersbestimmung überhaupt. Setzt ein dunkler Trappgang aus Plagioklas, Augit, Magneteisen und Olivin im Silur auf, so kann an und für sich sein Alter in den weitesten Grenzen schwanken, seine Eruption kann gerade so gut in die Steinkohlenzeit wie ins Tertiär fallen, und nach unserm bisherigen Sprachgebrauch sind wir, da das Alter keine oder nur minimale petrographische Verschiedenheit bedingt, völlig im Ungewissen, ob sein Material Diabas, Melaphyr oder Basalt zu heissen sei. — Uebrigens würde alsdann der petrographischen Nomenclatur eine wesentliche Vereinfachung zu Theil werden, indem eine Anzahl weiterhin nutzloser Namen wegfiele, die freilich auch kein besseres Schicksal verdienen, da sie zumeist ohne bestimmte Kenntniss der eigentlichen Zusammensetzung aufgestellt wurden.

Es lässt sich allerdings nicht läugnen, dass, wenn es auch naturgemäss und nützlich ist, dem Alter der Massengesteine eine untergeordnetere Bedeutung zuzuerkennen, doch damit der befriedigende Verband vielfach zerrissen wird, welcher in den üblichen Systemen für geologisch nah verwandte Gesteine besteht. Zwar ist es angemessen, Quarzporphyr und Liparit unmittelbar auf einander folgen zu lassen, weil sie, wenngleich abweichenden Alters, petrographisch fast übereinstimmen; aber andererseits mag es von mancher Seite her vielleicht wenig zweckmässig befunden werden, Liparit sehr entfernt vom Trachyt, Granit weit vom Syenit ge-

[1]) Treffend hat Vogelsang kürzlich diesen Punkt behandelt in dem sehr beachtenswerthen Aufsatz: Ueber die Systematik der Gesteinslehre und die Eintheilung der gemengten Silicatgesteine, Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XXIV. 1872. 507. Zuerst trat mit jenem Wunsch wohl Samuel Allport hervor im Geol. Magazine VIII. Nro. 6. Juni 1871.

trennt zu behandeln, welche, obschon mineralogisch verschieden, doch geologisch auf's engste zusammengehören. Wie dem aber auch sei, der Zwiespalt zwischen den beiden Eintheilungsprincipien, von welchen eins zum Opfer fallen muss, dürfte dadurch auf die wenigst schwierige Art zum Austrag gebracht werden, dass man sich entschliesst, das Hauptgewicht auf die mineralogische Zusammensetzung zu legen und das geologische Alter nur die zweite Rolle spielen zu lassen.

Doch liegt es diesem Werke fern, mit der angedeuteten Reformation hervorzutreten. Es scheint nicht gerathen, gerade hier, wo zuerst der Versuch gemacht wird, unsere bisherigen Errungenschaften über die mikroskopische Ausbildung der Gesteine zusammenzufassen, zugleich eine ganz neue Eintheilung mit in den Kauf zu geben, welche mit dem bisherigen Sprachgebrauch nicht übereinstimmt und die Benutzung des gebotenen Materials jedenfalls nicht wenig erschweren würde. Es kommt hier darauf an, soweit die Kenntniss reicht, die feinere Zusammensetzung und Structur derjenigen Gesteinsarten zu beschreiben, welche, doch am Ende nicht schlecht charakterisirte Ganze bildend, in unsern Sammlungen und Lehrbüchern unterschieden werden, und von denen zahlreiche charakteristische Typen bei jedem als bekannt vorauszusetzen sind. Wird dabei sowohl der Zusammenhang als der Gegensatz der einzelnen betont, so kann an dieser Stelle und für den vorliegenden Zweck auch selbst die Reihung und Gruppirung derselben füglich als Nebensache gelten.

Die einzelnen gesteinsbildenden Mineralien sind mit Rücksicht auf ihre allgemeine mikroskopische Ausbildung in dem dritten Abschnitt nach dem Stande unserer heutigen Kenntnisse zu schildern versucht worden. Für den folgenden Theil handelt es sich daher blos um die specielle Mikrostructur, welche den Gemengtheilen etwa in diesem oder jenem Gestein besonders eigen ist. Neben den wohlerkennbaren und unbedenklich mit einem makroskopisch bekannten Mineral zu identificirenden mikroskopischen Gemengtheilen gibt es aber in den Gesteinen auch andere mikroskopische Körper, welche vorzugsweise wegen des Mangels an genau charakterisirenden Merkmalen ihrer mineralischen Natur nach mehr oder weniger zweifelhaft sind, wie z. B. manche Mikrolithe. Von ihnen hat Vogelsang[1]) drei der am häufigsten vorkommenden mit besondern vorläufigen Aushülfsnamen zu bezeichnen vorgeschlagen:

O p a c i t, schwarze, durchaus opake amorphe Körner oder Schuppen, manchmal begleitet von Magneteisen, aber gewöhnlich leicht davon zu un-

[1]) Archives Néerlandaises tome VII. 1872; auch Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XXIV. 1872. 529.

terscheiden und sich oftmals als metamorphische Producte nach andern Mineralien darbietend. Diese Körperchen können sehr verschiedene Substanz sein: erdige Silicate, chemisch vielleicht glimmerähnlich, amorphe Metalloxyde, besonders Oxyde und Oxydhydrate von Titan oder Mangan, amorphes Magneteisen, Graphit u. s. w.

Ferrit, amorphe erdige, gelb, roth oder braun in den verschiedensten Nüancen gefärbte Substanzen, in denen man nicht selten Pseudomorphosen nach Eisenverbindungen erkennt. In den meisten Fällen bestehen diese rostfarbenen Stoffe zweifellos aus Eisenoxyd im wasserfreien oder wasserhaltigen Zustande; aber die Identificirung mit einem bestimmten Mineral ist gewöhnlich nicht ausführbar.

Viridit, grüne und durchscheinende Gebilde in Form von schuppigen oder faserigen Aggregaten, welche namentlich als Umwandlungsproducte nach Hornblende, Olivin u. s. w. häufig vorkommen. Ihre Zusammensetzung ist gewiss nicht immer dieselbe; der Hauptsache nach werden es Eisenoxydul-Magnesia-Silicate sein, und meist gehören wohl die Schüppchen einem chloritartigen, die Fasern einem serpentinähnlichen Mineral an.

Diese Namen beanspruchen nur die Bedeutung bequemer Abkürzungen, welche lange, schliesslich doch in Ungewissheit lassende Beschreibungen ersparen; sie sollen als vorläufige Bezeichnungen blos so lange ihren Dienst leisten, als unsere Unkenntniss von der eigentlichen mineralischen Natur der in Rede stehenden Substanzen fortdauert.

Einfache nicht klastische Gesteine.

Kalkstein, Dolomit und Mergel.

Die meisten Kalkspathindividuen des körnigen Marmors bestehen, worauf zuerst Oschatz [1]) bei dem von Carrara aufmerksam machte, aus einem System paralleler Blätter, welche mit einander nach der Fläche des ersten stumpfern Rhomboëders ($-\frac{1}{2}R$) polysynthetisch verzwillingt sind, also dieselbe Erscheinung darbieten, die auch von grossen, auf zwei parallelen Flächen gestreiften Kalkspath-Spaltungsstücken und -Krystallen bekannt ist. In den einzelnen benachbarten Körnern des Marmors ist selbstredend der Verlauf der Zwillingslamellen ganz unabhängig von einander. Im polarisirten Licht erfolgt vermöge dieser Verwachsung von Blättern mit geneigten Axensystemen eine farbige Lineatur.

Stelzner zählte bei dem weissen Marmor vom Kamenka-Fluss im Altai 40 und mehr lamellare Individuen innnerhalb eines Kalkspath-Körnchens von 0.5 Mm. grösster Breite und beobachtete bisweilen, wie ein solches Körnchen längs einer mikroskopischen Spalte eine Verwerfung aufweist.

[1]) Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. VII. 1855. 5.



Deshalb und im Hinblick auf das Resultat von Reusch, dass die polysynthetische Structur der Kalkspathe durch Pressung künstlich hervorgebracht werden kann, ist er geneigt zu glauben, dass diese Beschaffenheit der Marmore auf die mechanischen Kraftäusserungen zurückzuführen sei, welche während der Umwandlung der dichten Kalksteine in körnige innerhalb deren Masse stattfanden [1]).

v. Inostranzeff hat eine Anzahl körniger Kalksteine Finnlands und Russlands u. d. M. untersucht und mit Dolomiten verglichen [2]). In den ächten reinen körnigen Kalken (z. B. von Wilmanstrand, Ruskyala, Pusun-Sary und Lupiko in Finnland, aus den Bergbauen von Gornoschitsk und Gumeschewsky im Ural) tragen die Kalkspathkörner sammt und sonders die Zwillingsstreifung (Fig. 71 a), neben welcher man auch ganz deut-

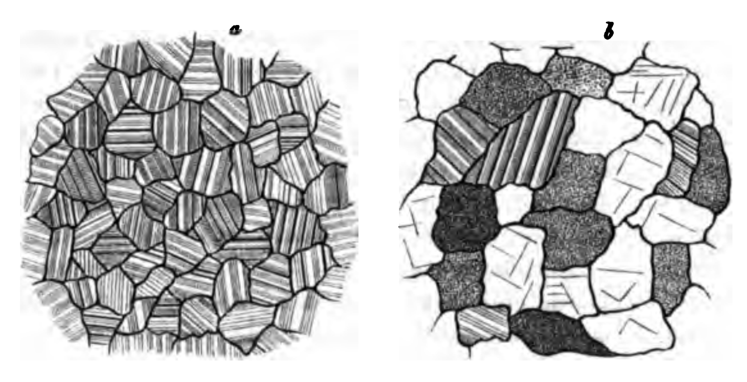


Fig. 71.

lich die in jedem Korn selbständige Spaltungsrichtung beobachten kann, welche gegenüber der Zwillingsstreifung eine ziemlich gleichbleibende Lage behält, indem sie dieselbe unter annähernd gleichen Winkeln schneidet. Der Kalkstein von Gopunwara in Finnland ist u. d. M. im polarisirten Licht von den vorigen wesentlich verschieden. Ein Theil der farblosen Körner zeigt nämlich keine Zwillingsstreifung, sondern lässt nur die Linien der Spaltbarkeit erkennen (Fig. 71 b); nach Behandlung mit schwacher Säure bleibt (ausser dem vorhandenen Serpentin) noch ein Rest, der sich erst in stärkerer Säure unter Entwicklung von Kohlensäure löst, ein Umstand, der darauf deutet, dass an der Zusammensetzung dieses Kalksteins auch Dolomit wesentlich Theil nimmt. Der ziemlich grobkörnige Kalk von Kiwisari, Finnland, besteht aus Körnern, von denen nur einige die Zwillingsstreifung aufweisen, während der grösste Theil blos Spaltungslinien wahrnehmen lässt;

---

1) Petrograph. Bemerk. über Gesteine des Altai. 1871. 56.

2) Tschermaks Mineralogische Mittheilungen. 1872. Heft I, S. 45.



die gestreiften Körner polarisiren auch das Licht stärker um und erscheinen deshalb lichter als die ungestreiften. Die Analyse ergibt, dass es ein dolomitischer Kalkstein ist. In dem Präparat des körnigen Dolomits von Tiodia, Gouv. Olonetz, war kein einziges Korn mit der Kalkspath-Zwillingsstreifung zu beobachten, und es zeigte sich auch eine auffallend stärkere Lichtabsorption; ähnlich verhielten sich noch zwei andere Dolomite, von welchen der schwarze von Kjapjasjelga seine Kohlentheilchen nur auf den Grenzfugen zwischen den einzelnen Körnern vertheilt enthält, der von Tschewscha-Selga eine grosse Menge Quarzkörnchen führt.

Die einzelnen Gesteine wurden auch chemisch untersucht, und vergleicht man die angegebenen Verhältnisszahlen zwischen reinem kohlensaurem Kalk und Dolomit mit der Beschaffenheit der Dünnschliffe der entsprechenden Gesteine, so stellt sich die bemerkenswerthe Thatsache heraus, dass beim reinen Kalkstein lauter Körner mit ausgezeichneter Zwillingsstreifung, beim reinen Dolomit blos Körner ohne eine solche zu beobachten sind, und dass in den Präparaten der zwischenliegenden Kalksteine die Anzahl der Körner ohne Zwillingsstreifung im Verhältniss der durch die Analyse constatirten Zunahme des Gehalts an Dolomit wächst. Es ist in Folge dessen offenbar, dass wir in den Körnern mit Zwillingsstreifung den Kalkspath und in denen ohne dieselbe den Dolomit zu sehen haben, und dass die Streifung als Unterscheidungsmerkmal der beiden Mineralien zu betrachten ist. Zugleich ergibt sich aus den angeführten Beobachtungen, dass hier die Dolomitisirung nicht in einer theilweisen isomorphen Vertretung des kohlensauren Kalks durch kohlensaure Magnesia, sondern in einer Beimengung von Dolomitsubstanz besteht; die Ansicht, dass bei den dolomitischen Kalksteinen das einzelne Korn schon die Zusammensetzung des ganzen Gesteins besitze, eine Ansicht, welche durch den Isomorphismus beider Carbonate gestattet schien, muss demzufolge aufgegeben werden. Vorstehende mikroskopische Untersuchungen stimmen durchaus mit der alten Beobachtung von Karsten überein, dass, wenn man das Pulver eines dolomitischen Kalksteins unter 0° mit verdünnter Essigsäure übergiesst, kohlensaurer Kalk ausgezogen wird, und normal zusammengesetzter Dolomit in kleinen Kryställchen ungelöst zurückbleibt [1]).

Ueber die Serpentinkörnchen führenden krystallinischen Kalksteine vgl. Serpentin S. 312.

In dem ausgezeichnet aus lauter krystallinischen Körnchen zusammengesetzten Dolomit des Binnenthals finden sich 0.005—0.15 in Salzsäure un-

---

1) Karstens Archiv f. Mineral u. s. w. XXII. 572; vgl. auch Schafhäutl über die so zusammengesetzten Dolomite der bayerischen Voralpen. N. Jahrb. f. Mineral. 1864. 812. Nach Pfaff sollen sich indessen die Dolomite des Fränkischen Jura nicht so verhalten.



lösliche Theile; Hugard[1]) erkannte dieselben u. d. M. als zierliche Pentagondodekaëder von Eisenkies und sechsseitige, pyramidal zugespitzte Säulchen von Quarz, als Talk- und Glimmerblättchen und reichliche unregelmässig gestaltete, aber krystallinische und durchscheinende Partikelchen von schwefelsaurem Baryt und Strontian. Auch die andern makroskopisch eingewachsenen Mineralien, durch deren reiche Fülle dieser Dolomit bekannt ist, wie Turmalin, Tremolit, Chiastolith, Granat, Korund, Hyalophan, Barytocölestin, Zinkblende, Dufrenoysit, Skleroklas, Binnit, Eisenspath, Realgar, Auripigment, bilden daneben mit blossem Auge kaum sichtbare Kryställchen.

Die gewöhnlichen dichten Kalksteine lassen sich oft nur mit grosser Schwierigkeit bis zur hinreichenden Pellucidität präpariren. Auch sie ergeben sich durchgehends u. d. M. als der Hauptsache nach aus eckigen Körnern zusammengesetzt, an denen indessen gewöhnlich keine Zwillingsstreifung ersichtlich ist. Selbst ein so dichter Kalkstein wie der von Solenhofen löst sich bei genügender Dünne und starker Vergrösserung zu einem mikroskopisch kleinkörnigen Marmor auf. Dunkler färbende Materie — Thon, Eisenocker oder bituminöse Substanz — findet sich dabei meist auf den Fugen zwischen den farblosen oder gelblichen Kalkspathkörnchen abgelagert und organische Reste treten oft erst im Schliff hervor.

Devonische Kalksteine, welche Sorby aus der Gegend von Jlfracombe, Plymouth und Torquay in Devonshire mikroskopisch untersuchte[2]), ergaben ihm, dass dieselben — wenigstens ursprünglich — grösstentheils aus kleinen kalkigen Fragmenten oder Körnchen zusammengesetzt sind, Partikelchen, welche dadurch entstehen, dass kalkige organische Ueberreste durch das Verschwinden der bindenden organischen Materie einem Zerfall unterliegen. Er bezeichnet diese Kalksteine daher je nach der Grösse jener Körperchen geradezu als organische Sande, organische Thone und organische sandige Thone. In den meisten Kalksteinen, selbst in denen, welche von keiner chemischen Veränderung betroffen sind, ist die von zerfallenen Organismen abstammende Kalksubstanz mehr oder weniger krystallinisch geworden. Nebenbei wurde oft durch Infiltration eine beträchtliche Menge von Kalkspath eingeführt, welcher die Zwischenräume zwischen den ursprünglichen Fragmenten ausfüllte. Ein Kalkstein von Eburton bei Plymouth bestand aus abwechselnden, der Schichtung parallel verlaufenden Lagen von unverändertem Kalkschlamm und dunkelgefärbter Materie, welche sich durch Mikroskop und chemische Analyse als krystallinischer kalkreicher Braunspath herausstellte, der seinerseits hier als Umwandlungsproduct auftritt. Sorby ist der Ansicht, dass diese devonischen Kalksteine in erster Linie aus zerfallenen Korallen, sodann auch aus Enkriniten-Partikelchen

[1]) Comptes rendus, 1858. XLVI. 1261.

[2]) Lond., Edinb. and Dubl. Philosophi ine (4) XI. 1856. 20.

entstanden sind, während die Betheiligung anderer Organismen daran nur schwach ist.

Im Anschluss daran hat Sorby sehr werthvolle mikroskopische Beobachtungen über die transversale Schieferung (cleavage) dieser Kalksteine angestellt, welche mit der Schichtung nicht zusammenfällt. Die Fragmente von Korallen und Muscheln besitzen meist eine mehr oder weniger flache, platte Gestalt. In sehr dünn geschichteten Kalksteinen, z. B. dem Stonesfield-Schiefer liegt der grösste Theil derselben damit der Schichtungsebene parallel; aber in den dick geschichteten und nicht mit transversaler Schieferung versehenen sind, grössere Fragmente ausgenommen, die kleinern sammt und sonders in den verschiedensten Stellungen gerichtet.

Mechanischer Druck ist es gewesen, welcher die Mikrostructur der Kalksteine so verändert hat, dass jene platten Körperchen eine parallele Gruppirung gewannen, und sich dadurch die transversale Schieferung ausbildete. Sorby knetete versuchsweise zahlreiche dünne Lamellen von Eisenglimmer in weichen plastischen Thon ein, so dass sie nach allen Richtungen regellos darin umhergestreut waren, und unterwarf dann diese Thonmasse einem starken einseitigen Druck, welcher die Folge hatte, dass alle Blättchen sich innerhalb derselben parallel und fast rechtwinkelig auf die Druckrichtung anordneten. Ebendieselbe Lage besitzen in den transversal geschieferten Kalksteinen die flachen Fragmente der organischen Ueberreste. Auch auf die etwa, z. B. in einem Kalksteine von Jlfracombe vorhandenen länglichen Quarzkörnchen hat sich diese neue Gruppirung erstreckt, indem die Längsaxen derselben nicht in der Schichtungsfläche liegen, sondern fast parallel mit der Ebene der secundären Schieferung verlaufen. Aber nicht blos die Lagerung und Stellung, auch die Gestalt der kleinsten mikroskopischen organischen Fragmente wurde dabei verändert, wie dies Sharpe schon früher für grössere derartige Körper nachgewiesen hatte[1]. In den nicht transversal geschieferten Kalksteinen ist der Horizontal-Durchschnitt der, kleine kurze Cylinderchen darstellenden Enkriniten-Stielglieder von $\frac{1}{40}$ Zoll (0.47 Mm.) nahezu kreisrund; in dem sehr stark transversal geschieferten Gestein von Kingskerswell bei Torquay sind, wie der Dünnschliff lehrt, diese Stielglieder dagegen nicht gleichaxig, sondern übereinstimmend mit der Schieferungs-Richtung so platt gedrückt, dass ihr stark elliptischer Durchschnitt selbst viermal so lang als breit erscheint, dazu mitunter unregelmässig gequetscht und zerspaltet. Auch ihre innere organische Structur hat im Einklang damit an diesen Druckwirkungen Theil genommen, indem die ursprünglich ziemlich gleichmässig breiten und langen Zellen platt gedrückt wurden.

---

[1] Quarterly journal of the geol. soc. V. 1849. 111.

Sogar auf die Krystalle von Kalkspath und Dolomit, welche sich in den nicht transversal geschieferten Kalksteinen als vollendete Rhomboëder darbieten, hat jener mechanische Effect sich erstreckt: sie sind zerbrochen oder zusammengedrückt. Und diejenigen, welche Hohlräume organischer Körper ausfüllen oder sich aus dem Kalkschlamm entwickelten, weisen gewöhnlich keine ebenen, sondern stark gekrümmte und gebogene Spaltungsflächen auf. Die durch und durch aus mikroskopischen krystallinischen Kalkspathkörnchen bestehenden Kalksteine haben ursprünglich eine ganz richtungslose Structur; mit der Entwicklung der transversalen Schieferung in denselben erlangen alle jene Individuen eine damit zusammenfallende entschiedene Abplattung. Wenn organischer Kalkschlamm der Verfestigung unterliegt, so geschieht es sehr oft, dass die Krystallisation der Körnchen an verschiedenen Stellen begann und dabei die bituminösen und andern Verunreinigungen auf wohlbegrenzte, mehr oder weniger sphärische Räume zusammendrängte, welche alsdann viel feinkörniger wurden. In Dünnschliffen erscheinen diese Partieen als dunklere Flecke, die dem Gestein wohl eine trügerische Aehnlichkeit mit Oolithen verleihen. Bei nicht transversal geschieferten Kalksteinen sind die Durchschnitte derselben kreisrund oder wenigstens fast gleichaxig, bei transversal geschieferten stark elliptisch, viel länger als breit, wobei ihre Längsaxe der Schieferung parallel geht.

Sorby hat schon früher darauf aufmerksam gemacht, dass manche tertiäre und posttertiäre Süsswassermergel und -Kalksteine vorzugsweise dem Zerfallen von Molluskenschaalen ihren Ursprung verdanken, welche sich dabei in ungemein feine pulverige Partikel auflösen, die u. d. M. namentlich in Dünnschliffen sehr gut als solche erkannt werden können[1]). Der weisse Mergel von Holderness ist aus Theilchen zusammengesetzt, welche von dem Zerbröckeln von Bithinia tentaculata (und einigen Limnaeen) herrühren; die weichen mergeligen Massen aus den tertiären Süsswasserkalken der Insel Wight bestehen ebenso aus Partikeln von auseinandergefallenen Limnaeus und Planorbis; selbst die härtern Abarten dieser Kalke besitzen dieselbe Structurbeschaffenheit, doch gesellt sich hier eine oft beträchtliche Menge von Chara-Fragmenten hinzu. Alle diese Gesteine sind keineswegs durch directen Absatz von Kalkschlamm entstanden. Erwähnenswerth ist noch, dass in diesen Mergeln keine Diatomeen gefunden wurden, obschon diese in einigen, damit verbundenen Thonen sehr reichlich vorkommen. Die Untersuchung von Kalktuffen und Travertinen belehrte Sorby, dass die kieseligen Panzer der Diatomeen zersetzt und vertilgt werden, wenn sie lange Zeit hindurch mit kohlensaurem Kalk in Berührung sind.

An Dünnschliffen der bekannten Nagelflue-Gerölle mit Eindrücken beobachtete wiederum Sorby, dass die Parallelstreifen, welche die Schich-

---

[1]) Quarterly journ. of the geol. soc. IX. 1853. 344.

tung des Kalksteins anzeigen, durch die Eindrücke benachbarter Gerölle keine Aenderung ihres Verlaufs erfahren haben, und dass die Oberfläche des Gerölleindrucks häufig mit einem dünnen Ueberzug desjenigen bituminösen oder erdigen Körpers versehen ist, welcher durch Auflösen des Kalksteins in verdünnter Salzsäure als schwarzer Rückstand übrig bleibt. Er erklärt sich daher mit Recht gegen die Annahme eines frühern plastischen Zustandes der Gerölle und schliesst, dass sich die Eindrücke durch Umsatz von mechanischer Kraft in die chemische Wirkung kohlensäurehaltigen Wassers erklären lassen, welches an der Druckstelle den Kalk bis auf jenes Residuum wegätzte [1].

Dem Silur angehörige etwas mergelige Dolomite und dolomitische Kalksteine der russischen Ostseeprovinzen wurden von v. Fischer-Benzon untersucht [2]. Der beigemengte Thon ist der eigentliche Träger der Gesteinsfarbe; er erscheint in sehr dünnen Schliffen gleichsam als Grundmasse, in welcher die farblosen oder nur sehr schwach gelblichgrau gefärbten Kalkspath- und Dolomitkrystalle eingebettet liegen. Letztere sind entweder ausgebildete Rhomboëder, deren Grösse bis zu wenigen Tausendstel Mm. hinabsinkt, oder in sehr thonarmen Gesteinen unregelmässig eckige krystallinische Körnchen. Diese regelmässige Ausbildung der Kalkspathkörnchen müsse wohl als eine Folge späterer Umkrystallisirung des ursprünglichen Kalkschlammes betrachtet werden. Vorzüglich schön sieht man dieselben Verhältnisse an den schwarzen Silurkalken Norwegens; die zum Theil schwach gelblich gefärbten Kalkspathrhomboëder umschliessen winzige Kohlepartikelchen und heben sich grell aus der zwischen ihnen hindurchziehenden, durch Kohle tief schwarz gefärbten Thonmasse hervor.

Den russisch-baltischen Silurdolomiten ist mikroskopisch Eisenkies — vielfach in Brauneisenstein verwandelt — fast überall, aber niemals gleichmässig beigemengt, sondern fleckenweise in grösserer Menge vorhanden und dann wieder auf Strecken hin fehlend. Daraus folgert v. Fischer-Benzon mit Recht, dass der Eisenkies nicht, wie A. Goebel meinte, die Ursache der grauen, gelblichgrauen, bläulichgrauen Farbe sei, sondern die sehr viel feiner zertheilte und dem Thon beigemengte organische Substanz.

In einigen dieser dolomitischen Kalksteine treten aber die Kalkspathkörnchen vollständig zurück gegen die zahllose Menge von organischen Resten, welche streckenweise fast gänzlich das Gestein zusammensetzen. Stielglieder der Krinoiden walten dabei vor, daneben finden sich Trümmer von Korallenkelchen und von Muschelschaalen, Bruchstücke von Trilobitenhüllen, Schaalen von Muschelkrebsen und Reste von Schneckenzähnen.

---

1) Neues Jahrb. f. Mineralogie 1863. 801.

2) Mikrosk. Unters. über die Structur der Halysites-Arten und einiger sil. Gesteine d. russ. Ostsee-Prov. S. 24.



Die Dünnschliffe zweier ganz dichter eigentlicher Dolomitmergel (von Rootziküll mit 20.58 und von Ojo-Pank mit 16.25—19.55 pCt. Thon) liessen u. d. M. wahrnehmen, dass der dolomitische Antheil vollkommen krystallinisch in Form von Rhomboëdern, schöner selbst als bei den Dolomiten vorliege, und bestätigen so die Vermuthung Naumanns, dass bei den Mergeln „trotz ihres unkrystallinischen Aussehens doch der vorwaltende Bestandtheil gewiss im krystallinischen Zustande ausgebildet sei"[1]).

Die Kalkkügelchen, welche bei den Rogensteinen in einer sandig-thonigen Grundmasse liegen, sind bekanntlich schaalig abgesondert und bestehen mitunter aus Faserkalk. . Die einzelnen Schaalen werden nach Ewald's Beobachtung durch kleine Thonmassen von einander getrennt, in Folge dessen in einem Dünnschliff helle und dunkle Ringe zu bemerken sind. Andere in einer gleichen Grundmasse liegende runde Kalkkörner der Rogensteine besitzen dagegen keine faserige Structur, sondern sind aus lauter kleinen Rhomboëdern zusammengesetzt. Wahrscheinlich sei es wohl, dass auch diese Kugeln ursprünglich faserig waren und erst in Folge einer Umwandlung die späthige Beschaffenheit angenommen haben. Die Thonmasse wurde hierbei ebenfalls dislocirt und findet sich nunmehr unregelmässig zwischen den Rhomboëdern vertheilt. Es sei möglich, dass besonders die dolomitischen Rogensteine zu einer solchen Umwandlung hinneigen[2]).

Sehr eingehende Untersuchungen über die Mikrostructur der Körner des Rogensteins von Bernburg verdanken wir H. Deicke[3]). Die grauen rundlichen Körner schwanken im Durchmesser von kaum bemerkbarer Grösse bis ¼ Zoll, die Oberfläche ist bald glatt, bald ganz mit halbkugeligen Erhebungen besetzt. Auf der Bruchfläche der durchgeschlagenen Körner gewahrt man in den verwitterten Stücken concentrische Ringe, welche von dem Mittelpunkt auslaufende Strahlen durchsetzen. Der Dünnschliff eines Korns erscheint dem blossen Auge zusammengesetzt aus zahlreichen concentrischen Schichten von abweichender Dicke und Pellucidität, durchzogen vom Centrum aus von hellern radialen Strahlen, welche nach dem Rande zu an Breite zunehmen und in den Vertiefungen zwischen den Wärzchen an der Oberfläche endigen. Ein gerade durch den Mittelpunkt gelegter Schliff weist acht Strahlen auf, welche regelmässig den Kreis in acht Kreisabschnitte theilen, mit welchen acht äusserliche Erhöhungen zusammenfallen. Zwischen diesen acht Hauptstrahlen setzen namentlich bei den grössern Körnern wieder neue ein, welche aber nicht bis zum Centrum, sondern bis zu einer und derselben concentrischen Schicht reichen. Die kugeligen Schichten sind im Durchschnitt nicht ganz kreisrund, sondern

---

1) Lehrb. d. Geognosie I. 508.
2) Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXII. 1870. 786.
3) Zeitschrift f. d. gesammten Naturwissenschaften I. 1853. 188.



jeder Bogen zwischen den Strahlen ist stärker gekrümmt und setzt schwächer auch in den Strahlen fort, indessen mit entgegengesetzter Curve, d. h. nach dem Mittelpunkt zu gerichteter Biegung. Es scheinen demzufolge schon in dem innersten Theile des Kornes Erhöhungen und Vertiefungen auf der Oberfläche vorhanden gewesen zu sein, an welche die sich umlagernden Schichten immer anschlossen, so dass mit der Verdickung des Korns auch die Erhabenheiten und Vertiefungen grösser wurden. Uebrigens sind die Schichten sämmtlich unter einander parallel und in jedem Kreisausschnitt gleich gekrümmt. U. d. M. ersieht man, dass sich im Mittelpunkt kein Kern einer fremden Masse befindet, und dass die oberflächlichen Warzen nicht von selbständigen Körnern herrühren, sondern unmittelbare Theile des ganzen Korns sind, letzteres mithin auch nicht etwa als ein Conglomerat vieler kleiner erachtet werden kann. An jedem Rogensteinkorn lassen sich etwa folgende vier Theile annehmen: der innerste, immer am dunkelsten gefärbte Kern, welcher noch keine schaalige Anordnung aufweist; sodann folgt ein durch deutliche concentrische Schichten gebildeter Theil, der gewöhnlich in der Nähe des Kerns zwei dunkle Schichten zeigt, dann aber nach dem Rande zu aus abwechselnden lichtern und dunklern Lagen besteht, welche im Allgemeinen immer heller werden; diese Partie reicht etwa bis zum Eintritt der Zwischenstrahlen, welche sich bis an dieselbe erstrecken oder wenig darin fortsetzen, ausserdem wird sie häufig durch eine besonders helle Schicht begrenzt. Der dritte Theil, dessen concentrische Schichten nur schwach in den Strahlen und zwar mit entgegengesetzter Krümmung fortgehen, ist durch viele Strahlen getheilt, und die vierte oder äusserste Lage endlich zeigt die concentrischen hier wellenförmigen Schichten deutlich, indem sie mit fast derselben Färbung auch in den Strahlen fortsetzen. Deicke zählte in den letzten drei Theilen des Korns 60 — 70 einzelne Schichten. Bei stärkerer Vergrösserung löst sich das ganze Rogensteinkorn in unendlich viele kleine kugelrunde durchsichtige Körner auf, welche, sämmtlich von gleicher Grösse, mit einem dunklen Rande umgeben sind und durch stärkere oder schwächere gelbliche Färbung die verschiedenen Schichten bezeichnen. Der dunkle Rand der einzelnen Theilchen scheint von dem thonigen Bindemittel herzurühren, welches zwischen denselben lagert und weniger durchsichtig ist. Den Durchmesser dieser kleinen Körner kohlensauren Kalks schätzt Deicke auf $\frac{1}{300}$ — $\frac{1}{400}$ Linie (0.0075 — 0.0056 Mm.). Er beobachtete noch, dass bei Einwirkung verdünnter Salzsäure die dunkeln Stellen des Korns mehr angegriffen werden als die andern, indem die Strahlen und einzelne helle Ringe etwas erhöht aussehen; am raschesten scheint der Mittelpunkt sich zu zersetzen.

Die Kügelchen des graulichweissen Ooliths vom Monte Baldo am Garda-See besitzen meist als Kern ein kleines rundliches Aggregat höchst winzi-



ger Kalkspathkörnchen, darum zart radialfaserige Schaalen von ca. 0.01 Mm. Durchmesser. Die Räume zwischen den Kügelchen sind durch farblose Körnchen oder zusammenhängende, von Spaltungssprüngen durchzogene Partieen von Kalkspath oft nur zum Theil ausgefüllt.

Nachdem schon seit 1826 Alcide d'Orbigny, Nilsson, Pusch und Lonsdale einzelne grössere Foraminiferen in der französischen, dänischen, galizischen und englischen Kreide nachgewiesen, that Ehrenberg 1838 dar[1]), dass auch die eigentliche Masse derselben vorzugsweise aus Schaalen-Ueberresten mikroskopischer Foraminiferen und eigenthümlichen Kalkscheibchen zusammengesetzt sei. Zur Untersuchung dieser Bestandtheile bringt man eine feine Messerspitze voll geschabter Kreide auf einem Objectträger in einen Tropfen Wasser, breitet sie darin aus und lässt sie einige Secunden darin ruhen; alsdann werden die im Wasser suspendirten feinsten Theilchen sammt dem meisten Wasser entfernt; der von selbst eingetrocknete pulverige Rest wird zur Erhöhung der Pellucidität in Canadabalsam eingerührt und mit einem Deckgläschen versehen. Die Kalkscheibchen, welche man mit Deutlichkeit erst bei einer Vergrösserung von 500 erkennen kann, sind nach Ehrenberg platt, von elliptischem Umriss, einem Durchmesser von $\frac{1}{480}$ — $\frac{1}{190}$ Linie (0.0047 — 0.012 Mm.) und am Rande um den innern Kern von einem gegliederten Ringe eingefasst. In seiner Mikrogeologie (1854) bezeichnet er diese Gebilde als Kreide-Morpholithe, früher als Krystalloide. Die kalkigen Foraminiferen-Schaalen besitzen Durchmesser von $\frac{1}{288}$ — $\frac{1}{24}$ Linie (0.0078 — 0.095 Mm.) und gehören hauptsächlich den Geschlechtern Textularia (aspera, globosa, aciculata, striata), Rotalia (globulosa), Planulina (turgida), Globigerina und Rosalina an; bisweilen gesellen sich kieselige Panzer von Diatomeen hinzu. Nach Ehrenberg's Forschungen walten in der südeuropäischen Kreide um das Becken des Mittelmeeres die Foraminiferen, in der norddeutschen die Kalkscheibchen vor.

Sorby wies zuerst nach, dass die elliptischen Kalkscheibchen der Kreide, nicht wie Ehrenberg beschrieb und abbildete, flach seien, sondern nach Art der Uhrgläser eine concave und eine convexe Seite besitzen. Zugleich sprach er sich für die organische Herkunft auch dieser Gebilde aus.

Als im J. 1858 Huxley's Bericht über die Tiefsee-Sondirungen im atlantischen Meere[2]) erschien, war Sorby der erste[3]), welcher auf den

[1]) Abhandl. d. Berliner Akademie 1839. (20. December 1838 gelesen). Poggendorff's Annalen Bd. 47. 502.

[2]) Deep-Sea Soundings in the North Atlantic Ocean, made in H. M. S. Cyclops. London 1858.

[3]) Meeting of the Sheffield literary and philosophical society, 2. Octob. 1860 (vgl. Annals and magaz. of natural history, Septemb. 1861). Fast gleichzeitig und selbständig gelangte übrigens Wallich zu demselben Resultat (Notes of the presence of animal life at vasts depths in the sea, November 1860); vgl. auch noch Wallich in Annals a. mag. of nat. hist. VIII. 1861. 52.



Zusammenhang zwischen den Kreide-Kalkscheibchen und denjenigen rundlichen Kalkgebilden aufmerksam machte, welche Huxley in dem Meeresboden-Schlamm aus Tiefen von 1700 — 2400 Faden beobachtet und Coccolithen genannt hatte; anfangs glaubte er indessen, dass diese Scheibchen von hohlen Kugeln abstammen, welche aus concentrischen, durch Zwischenräume von einander getrennten Lagen bestehen und einigermassen den Foraminiferen ähnlich seien.

Die den Kalkscheibchen der Kreide im Allgemeinen entsprechenden Körper des heutigen Tiefseeschlamms wurden von ihrem Entdecker Huxley zuerst (1858) Coccolithen genannt, zehn Jahre später (1868) aber in zwei verschiedene Formen, die Diskolithen und Cyatholithen getrennt[1]. Die Diskolithen (monodiske Coccolithen) sind einfache, kreisrunde oder elliptische concav-convexe Kalkscheibchen, concentrisch geschichtet wie Stärkemehl-Körnchen. Die kleinsten erkennbaren Anfänge derselben messen nach Häckel kaum 0.001, die grössten ausgebildeten Formen 0.02 Mm.; die Mehrzahl der grössern Diskolithen hat einen Durchmesser von ungefähr 0.01 — 0.015 Mm. Die Cyatholithen (amphidiske Coccolithen) sind aus zwei mit ihren parallelen Flächen eng verbundenen Scheiben zusammengesetzt, von denen meistens die kleinere eben, die grössere convex vorgewölbt ist; daher besitzen sie genau die Form von gewöhnlichen Hemdenknöpfchen oder Manschettenknöpfchen. Zwischen den ungeheuren Massen derselben kommen einzeln auch Kugeln vor, die sog. Coccosphären,

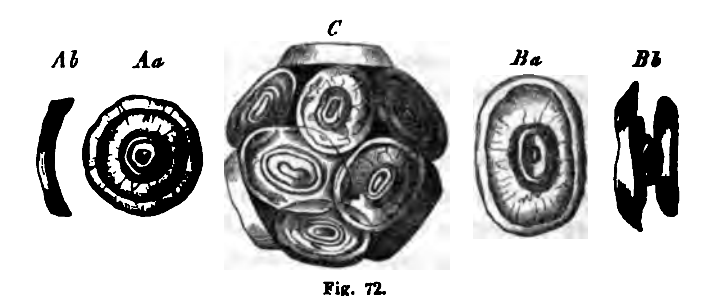


Fig. 72.

welche aus mehrern solcher Scheiben zusammengesetzt erscheinen. In Fig. 72 stellt *Aa* einen Diskolithen von der Fläche, *Ab* denselben vom Rande gesehen dar; *Ba* ist ein Cyatholith von der Fläche, *Bb* ein solcher vom Rande her; *C* bildet eine Coccosphäre ab.

---

[1]) Sehr ansprechend sind diese neuern Forschungen dargestellt von Häckel in seinem in der Virchow - v. Holtzendorff'schen Sammlung erschienenen Vortrag (Heft 110) „Das Leben in den grössten Meerestiefen.“ 1870, aus welchem auch die Fig. 72 entlehnt wurde. Vgl. das grössere Werk von Häckel: Studien über Moneren u. andere Protisten 1870. 85.

Alle diese etwas organische Substanz enthaltenden Kalkkörperchen des Tiefseeschlammes scheinen lediglich Producte zu sein, welche der sog. Bathybius bei seinem Stoffwechsel ausgeschieden hat. Mit dem Namen Bathybius bezeichnete Huxley die in erstaunlicher Menge in dem Tiefsee-Grunde vorkommenden freien nackten, unregelmässig oder netzförmig gestalteten Protoplasma-Klümpchen von schleimiger Beschaffenheit und sehr verschiedener Grösse, die grössten mit blossem Auge sichtbar, an welchen Carpenter und Wyville Thomson charakteristische Bewegungserscheinungen wahrgenommen haben, und welche die eigenthümliche Klebrigkeit dieses Schlammes hervorrufen. Zu den nackten Schleimstücken des (belebten) Bathybius scheinen sich die Coccolithen ebenso zu verhalten wie die Kalknadeln oder Kieselnadeln eines Schwammes zu dessen lebendigen Zellen.

Die Uebereinstimmung zwischen der Kreide und dem recenten Tiefseeschlamm wird dadurch noch erhöht, dass der letztere ausser dem Bathybius mit seinen Coccolithen und Coccosphären als Hauptbestandtheil Kalkschaalen von Foraminiferen enthält. ,,Der Bathybius-Schlamm, welcher noch heutzutage den Boden unserer grössten Meerestiefen bedeckt, ist in der Bildung begriffene Kreide.''[1])

Ausser den eigentlichen Coccolithen, welche mitunter zwei Centra und eine querdurchlaufende Einkerbung besitzen, beobachtete Sorby in der Kreide noch einige andere wohl nahestehende Gebilde[2]), die sich in dieser Gestalt noch nicht in dem Tiefseeschlamme gefunden haben (Fig. 73; Vergr. 800); *a* ist durch den ovalen Umriss und die Löffelform den Coccolithen ähnlich, besitzt aber anstatt eines länglichen oder zwei Kernen eine schief kreuzförmige Zeichnung. Wird der Körper *b* herumgedreht, so beobachtet man, dass die untere Seite der breiten Basis wie *a* aussieht, welches gewissermaassen der Grundriss von *b* ist; fig. *b* erscheint wie ein Coccolith, dem ein vierkantiger Dorn aus dem Centrum herausgewachsen ist, welcher bisweilen in eine Spitze ausläuft, bisweilen in einem kleinen Kreuz endigt, bisweilen in vier Zacken ausgezogen ist.

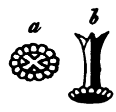


Fig. 73.

Vogelsang, welcher über die Gestaltungsverhältnisse der mikroskopischen Partikel in den künstlichen Präcipitaten von kohlensaurem Kalk bemerkenswerthe Untersuchungen anstellte[3]), wies auf die grosse Aehnlichkeit zwischen den Coccolithen des Tiefseeschlamms und jenen kleinen Scheibchen

---

[1]) Doch hat Gümbel (Neues Jahrb. f. Miner. 1870. 762) darauf aufmerksam gemacht, dass der Tiefseeschlamm aus dem atlantischen Ocean (lat. 29° 36′ 54″ N. und long. 18° 19′ 48″ W.) 11.36 pct. Thonerde, Eisenoxyd und Phosphorsäure enthält (ausserdem auch 20.90 pct. Kieselsäure) und daher chemisch nicht sowohl der weissen Schreibkreide als vielmehr einem Mergel entspricht.

[2]) Sorby, Annals and mag. of nat. hist. Sept. 1861. S. 7.

[3]) Archives néerlandaises VII 1872. (49).

hin, welche sich unter günstigen Umständen aus allen Kalklösungen in der Kälte niederschlagen, und deren Erzeugung durch die Gegenwart eines gelatinösen Körpers begünstigt wird. Es sind mehr Discolithen-ähnliche Gebilde, welche bei dieser Gelegenheit entstehen, während zwanglos mit den Cyatholithen vergleichbare sich in den künstlichen Niederschlägen nicht eigentlich gefunden haben. Vogelsang spricht sich gegen die Meinung aus, dass die Coccolithen ihre Gestalt der specifischen Organisation, der Lebensthätigkeit des Bathybius verdanken. Abgesehen von der Frage, ob die Coccolithen für den letztern eine physiologische Bedeutung besitzen, und ob sie nicht vielmehr als fremde parasitische Gebilde, vergleichbar den Perlen einer Muschel zu betrachten seien, hält er es zwar für gewiss, dass ihre Gegenwart und Bildung wenigstens in dem Sinne von der organischen Materie abhänge, dass diese es sei, welche den kohlensauren Kalk aus dem Meerwasser ausscheide; aber die Form der Coccolithen scheint ihm am einfachsten auf einen rein unorganischen Vorgang, auf die krystallinische Gestaltungstendenz des kohlensauren Kalks zurückgeführt werden zu müssen und der Bathybius selbst dafür nicht verantwortlich gemacht werden zu können. Vogelsang rechnet diese Gebilde zu seinen Krystalliten und wird so mutatis mutandis wieder auf die Ansicht von Ehrenberg zurückgeleitet, welcher die entsprechenden Körperchen der Kreide als »Krystalloide« bezeichnete; als eigentliche organische Ueberreste, mit den fossilen Pflanzen und Thieren in eine Reihe gehörig, können nach seiner Meinung die Scheibchen nicht gelten.

Oscar Schmidt glaubt neuerdings nach Tiefsee-Untersuchungen an der apulischen und albanesisch-dalmatinischen Küste, dass die Coccolithen selbständige Organismen darstellen, welche gleichsam parasitisch im Bathybius-Schleim leben, ähnlich den auch darin auftretenden Foraminiferen (Globigerina, Orbulina, Uvigerina, Rotalia, Textilaria) [1]).

Gümbel hat nachgewiesen, dass die als Coccolithen bekannten mikroskopischen Gebilde, welche bis dahin blos in der weissen Schreibkreide und dem recenten Tiefseeschlamm aufgefunden waren (vgl. S. 303), in Mergeln und Kalken sehr verschiedener Formationen ebenfalls vorhanden sind [2]). So aus den verschiedenen Tertiärstufen im Mergel von Sassuolo (Astien), Crag von Anvers (Messinastufe), Mergel vom Monte Gibio und Badener Tegel; in dem Amphisteginen-Mergel aus dem Leithakalk (erstaunlich reich an Coccolithen), Mergel von Häring (tongrisch), Mergel von Priabora (ligurisch), Nummulitenkalk von Brendola (Bartonien); im Nummulitenkalk von Verona (mit den schönsten und zierlichsten Coccolithen in Unzahl), Nummulitenmergel von Traunstein und aus den bayerischen Alpen, Londonthon von der Insel Wight, Roncamergel

[1]) Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1870. 669.
[2]) Neues Jahrb. f. Mineral. 1870. 763.

(Londonstufe). Auch in Mergel- und weichen Kalkbildungen der Kreideformation that Gümbel die Gegenwart der Coccolithen dar, in der chloritischen Kreide von Rouen, im Pläner mit Inoceramus labiatus, im Mergel von Haldem, in den Priesener Schichten, im Faxöekalk. Ausser den Coccolithen ist hier noch eine andere Einmengung bemerkenswerth. »Nimmt man in der daran reichen Kreide von Meudon den kohlensauren Kalk durch verdünnte Säure weg, so bleibt ein flockiger und häutiger Rückstand übrig, unter welchem sich auch dünne durchsichtige Flocken, voll kleinster Körnchen von einer dem Bathybius in hohem Grade ähnlichen Beschaffenheit finden. Merkwürdigerweise geben diese Flocken mit den betreffenden Reagentien die Reaction auf einen Eiweissstoff, sowohl mit Jodlösung als mit dem Millon'schen Reagens. Damit ist unzweifelhaft ihre organische Natur festgestellt und ihre Verwandtschaft mit dem Bathybius fester begründet. Die grosse Unveränderlichkeit dieser Substanz ist in der That in hohem Grade auffällig.«

Die Coccolithen finden sich auch in den lockern marinen Mergeln und Kalken der jurassischen Formationen, sind aber hier bereits vielfach corrodirt, an den Rändern oft wie angefressen oder gekörnelt, in der Mitte theilweise zerstört und zuweilen nur als Ringtheile erhalten; z. B. im Stramberger Kalk, im Diceras-Kalk von Kelheim, in weichen Zwischenlagen des Solenhofer Kalks von Mörnsheim, in den Schwammmergeln vom Würgauer Steig, von Streitberg, Lochen, Birmensdorf; sie fehlen auch nicht im Ornaten-Thon, in dem Opalinus-, Radians-, Margaritatus- und Numismalis-Mergel. Die alpine rhätische Facies beherbergt sie im Mergel von Reut im Winkel, im Myophorienmergel von Raibl, im Cardita-Mergel von St. Cassian. Aus dem Muschelkalk zeigte ein unreines Stück Steinsalz von Wilhelmsglück Spuren davon. Im Buntsandstein, Zechstein und Steinkohlengebirge fehlt bis jetzt der Nachweis von Coccolithen. Dürftige Reste bieten dagegen wieder der weiche Mergel des Bergkalks von Regnitzlosau, der Mergel der Conodontenschichten aus den Ostseeprovinzen, der Trenton-Mergel von New-York und selbst noch der kieselige Kalk des Potsdam-Sandsteins, freilich in äusserst geringer Menge.

Aus diesen wichtigen Beobachtungen zieht Gümbel den Schluss, dass in den meisten kalkigen Meeressedimenten die Coccolithen einen mehr oder weniger wesentlichen Theil der Kalkmasse ursprünglich ausgemacht haben. Der directe Nachweis gelingt aber nur in den weichen und schlämmbaren Proben; selbst in den dünnsten Schliffen von dichten oder körnigen Kalksteinen namentlich älterer Formationen können sie wegen der geringen Pelluciditüt des Gesteins oder wegen ihrer innigen Uebereinanderlagerung oder wegen der Umänderungen und Zerstörungen, welche sie erlitten haben, nicht mehr zur Wahrnehmung gebracht werden.

In dem Süsswassermergel von Kisr Hissar im alten Kappadocien fand

Ehrenberg 25 mikroskopische Polygastren und 22 Phytolitharien (Mikrogeologie I. 36), in dem weissen Süsswassermergel vom See Garag im Fayum (Aegypten) 66 Polygastren, 14 Phytolitharien, 3 Foraminiferen-Bruchstücke (ebendas. 200). Aus dem Mergelkalk von Hütteldorf, zur ältesten Zone des Wiener Sandsteins gehörig, beschrieb Felix Karrer viele mikroskopische Foraminiferen[1]). Vgl. auch die Untersuchungen über die mikroskopische Foraminiferenfauna in den Septarienthonen von Hermsdorf und dem Mergel von Pitzpuhl[2]).

Serpentin.

Das so oft wahrgenommene Vorkommen des selbst nicht krystallisirenden Serpentins in den Gestalten anderer Mineralien, die allmähligen Uebergänge der Serpentinmassen in andere Gesteine, sowie die chemische Beschaffenheit derselben hatten schon früh die Meinung hervorgerufen, dass diese Substanz das Umwandlungsproduct anderer Mineralien und Felsarten sei.

Nachdem man aber früher den Serpentin von den allerverschiedensten Felsarten — sogar von Granit und Granulit — herstammen liess, haben Sandberger[3]) und Tschermak[4]) die Bildung desselben hauptsächlich auf die Zersetzung des, den Wassergehalt abgerechnet, so ähnlich constituirten Olivins zurückgeführt, während zugleich für dieses letztere Mineral eine vormals ungeahnte Verbreitung nachgewiesen wurde, wie im Lherzolith, im Schillerfels, im Pikrit, Eklogit, Gabbro. Roth[5]) erhärtete darauf den durch Abstraction gewonnenen und chemisch durchweg richtigen Satz, dass überhaupt nur thonerdefreie Mineralien, Olivin, gewisse Augite, Diallag, Hornblenden, Enstatit es sind, welche bei der Umwandlung Serpentin zu liefern vermögen: bei der äusserst schwerfälligen Beweglichkeit der Thonerde aus den verwitternden Silicaten kann ein thonerdefreies Zersetzungsproduct, wie der Serpentin, auch nur aus einem ebenso beschaffenen Silicat seinen Ursprung ableiten.

Makroskopisch lässt sich der Gang der Serpentinbildung aus Olivin insbesondere an den vielgedeuteten Krystallen von Snarum bei Modum in Norwegen verfolgen. Sehr treffend schildert Volger[6]) diese Erscheinung mit den Worten: »Der Krystall ist äusserlich schwefelgelb, stellenweise ins wachsgelbe, nur hier und da mit Spuren von lauchgrüner Fleckung. Die gelbe serpentinartige Substanz, welche völlig opak ist, bildet nur die

1) Sitzungsber. d. Wiener Akademie LII.

2) Reuss, Zeitschr. d. d. geol. Ges. I. 259; II. 309. X. 433. Bornemann, ebendas. VII. 307. v. Schlicht, ebendas. IX. 193.

3) Neues Jahrb. f. Mineral. 1866. 385 u. 1867. 171.

4) Sitzungsber. d. Wiener Akad. LVI. 1867. I. Abth. Juli-Heft 1.

5) Abhandl. d. Berliner Akad. 1870.

6) Entwicklungsgeschichte der Talkglimmerfamilie S. 283.

äusserste, jedoch mit der innersten Masse innigst verwachsenen Lage . . . An einer Seite laufen von dieser Rinde etwa fünfzig, meistens haarfeine, im Kleinen sehr vielfach in stumpfern und schärfern Winkeln zickzackförmig hin und her irrende Trümer von der nämlichen Substanz, in der Hauptrichtung auffallend der kürzern Diagonale parallel, durch die Kernmasse des Krystalls. Theils sind dieselben nur einen halben Mm., theils zwei bis drei Mm. von einander entfernt. Dazu kommt, dass sich manche derselben gabeln und andere stellenweise wieder zusammenschaaren, um ein nur ganz im Grossen noch regelmässiges Bild zu geben. . . Die Kernmasse des Krystalles, durch welche alle jene serpentinischen Trümer verlaufen, und welche von allen den zahllosen Rissen durchklüftet ist, besteht aus einem fast glashellen, etwas perlmutterartig glänzenden farblosen Chrysolith . . . wenigstens in einem Theile des Krystalles. Betrachtet man ein Körnchen dieses Chrysolithes mit der Loupe, so sieht dasselbe aus wie der glasige Feldspath mancher Trachyte, z. B. des Drachenfelses. Zahllose Risse durchsetzen es nach allen Richtungen. Jeder solche Riss entspricht einer unendlich feinen Lage matt und trübe gewordener Substanz, während die zwischenliegenden mikroskopischen Partikel völlig glashell sind.»

Das Mikroskop weist nach, dass im Kleinen sich das Einschleichen des Serpentins ganz getreu wiederholt. Die Verhältnisse, welche die Kryställchen und Körnchen des Olivins in den Basalten bei ihrer Alteration in Serpentin erkennen lassen, sind schon S. 215 und 99 zu schildern versucht worden. Auf dem Durchschnitt der lauchgrünen Olivinkrystalle in dem sog. Serpentinfels aus dem obern Radauthal im Harz, welche eine Menge glasglänzender Punkte zwischen der tiefdunkeln Masse zeigen, beobachtete Tschermak, dass diese letztere, welche nichts anderes als Serpentin ist, in der Form breiter Striemen, die oft zu mehrern nahe parallel laufen, nach verschiedenen Richtungen den Krystall durchzieht, indem sie Körner von Olivin so zwischen sich lässt, dass dieselben in einem Geflecht von Serpentinblättern stecken. Das Ende des Vorgangs haben die vollständigen Pseudomorphosen von Serpentin nach Olivin in dem Serpentin vom Radauberge erreicht, welche beim Aetzen noch oft die frühere, durch das Serpentingeflecht bedingte Textur erkennen lassen.

Genaueres über die Mikrostructur ergab Tschermak der Schliff eines Schillerspath führenden Serpentins aus dem Persányer Gebirge im östlichen Siebenbürgen. Hier wie überall schreitet die Serpentinbildung bei den Olivinen in Folge der Zersplitterung ihrer Masse vor, indem die Wände der Sprünge in Serpentin verwandelt werden und sowohl die Verbreiterung der so entstandenen Serpentinblätter als die Bildung neuer Sprünge und Serpentinpartieen fortdauert, bis aller Olivin verschwunden ist. Die Serpentinadern oder -Blätter zerfallen übrigens in zwei Arten: solche, die auf

grössere Distanzen in gleicher Richtung fortsetzen, eine lauchgrüne, überhaupt bläulichgrüne Färbung zeigen, gewöhnlich Körnchen oder Oktaëder von Erz (wohl chromhaltiges Magneteisen oder Chromeisen oder Picotit führen und zuweilen jene lagenförmige Textur haben, wie manche Erzgänge; und sodann solche, die ihre Richtung häufiger ändern, eine grasgrüne Färbung besitzen, die schmalsten Räume zwischen den Olivinkörnchen füllen und keine Erzschnürchen enthalten. An der Gleichheit der Farben erkennt man im polarisirten Licht, dass die einzelnen Olivinkörner, welche Theile desselben Krystalles bilden, durch die Zersplitterung nur wenig aus der ursprünglichen gegenseitigen Lage gebracht sind. An dem Serpentin wird keine den krystallisirten Medien eigenthümliche Erscheinung bemerkt. Die erzführenden Serpentinblätter, welche ihre bläuliche Färbung wohl auch nur den ungeheuer fein vertheilten Erzpartikeln verdanken, sind offenbar älter als der übrige Serpentin und entsprechen der anfänglichen Zersplitterung des Krystalles.

Die reine Serpentinmasse polarisirt zwischen den Nicols bald als in einander verschränkte verschiedenfarbige Flecken, bald nach Art faseriger büscheliger, und eisblumenähnlich auseinanderlaufender Aggregate. Die Vertheilung der Erztheilchen gleicht oft den Schwärmen kleinerer und grösserer Dintenklexe, welche eine ausgespritzte Feder verursacht. Manchmal beobachtet man, dass der Serpentin aus zwei durch Farbe und Structur verschiedenen Umwandlungsproducten besteht, von denen das eine jüngere das ältere, die Hauptmasse bildende, adernweise durchzieht.

Vortrefflich zeigt der Serpentin von Todtmoos im Dünnschliff seine Entstehung aus frühern Olivinfels: die ganze Masse ist äusserst regelmässig netzartig durchwoben von zarten grünlichgelben Adern, wodurch nach Bruchtheilen von Millimetern messende Partikel isolirt werden, welche mehr oder weniger genau den charakteristischen Umriss grösserer Olivin-Individuen (vgl. Fig. 60, S. 246) besitzen. Diese Kern-Partikel sind theils noch ziemlich frischer Olivin, theils sind sie von aussen nach innen oft bis in die Mitte zu in eine rostbraune, bei grosser Dünne durchscheinende Materie umgewandelt, so dass in letzterm Falle nur ein ganz winziges Olivinpünktchen im Centrum noch übrig geblieben ist[1]. Nicht minder deutlich berichtet der Serpentin von Lercouil unfern Vicdessos in den Pyrenäen von seiner Herausbildung aus Olivinfels oder vielmehr aus dem benachbarten Lherzolith; das serpentinische Aderngeflecht wickelt unzählige unverkennbare Olivintheilchen kernartig in sich ein. Aehnlich der Serpentin von Greifendorf

[1] Eine solche Mikrostructur wollte, wie es scheint, auch E. Weiss beim Schillerspath von Todtmoos im Schwarzwald beschreiben (Poggend. Annalen CXIX. 1863. 459); die in dem zellenähnlichen gelblichgrünen Serpentin-Gewebe steckenden lichtern Kerne sind hier gewiss Olivinreste; das Verhältniss beider Mineralien hat in dieser Abhandlung noch nicht seinen Ausdruck gefunden.



in Sachsen, in welchem die zurückgebliebenen Olivinpartikel zwar sehr klein, aber durch ihre Grelligkeit und die rauhe Beschaffenheit ihrer Oberfläche (vgl. S. 213) sehr gut gekennzeichnet sind. Bei manchen andern Serpentinvorkommnissen ist indessen ein Olivin-Rückstand wenigstens an den, freilich sehr stark in der Umwandlung vorgeschrittenen Handstücken der Sammlungen im Dünnschliff nicht zu gewahren, z. B. bei vielen Präparaten von Waldheim in Sachsen, von Nalautschan und Smrzek in Mähren.

Durch die Anwesenheit auch nur geringer Mengen von Olivin und durch das Auftreten seiner Begleiter ist der Nachweis, dass eine Serpentinmasse aus Olivinfels hervorgegangen, mit Sicherheit zu führen. Sandberger hat makroskopisch ferner Ueberreste von Olivin im Serpentin von Zöblitz, von Gugelöd erkannt; Tschermak fand in Handstücken von Feistritz am Bachergebirge, von Kraubat in Steiermark, von Hrubschitz in Mähren Olivinkörnchen und Bronzit, Olivin auch in dem mährischen Serpentin von Tempelstein. Was die oft angeführten Uebergänge von Eklogit in Serpentin betrifft, so glaubt Tschermak [1]), dass es hier nicht der eigentliche Eklogit sei, der sich in Serpentin umwandle, sondern ein Mittelglied zwischen Eklogit und Olivinfels, wie er deren eins bei Karlstätten unfern St. Pölten in Niederösterreich fand, welches aus Olivin, Granat und Smaragdit zusammengesetzt war. Immer ist es nur der Olivin, welcher den Serpentin liefert, der Granat aber wandelt sich hier in eine grüne strahlige Masse um, die weder Serpentin noch Chlorit ist, der Smaragdit zu einer chloritartigen Substanz. Die sog. Uebergänge von Granulit in Serpentin erklären sich nach Tschermak vielleicht so, dass, wie es in dem Gebiet zwischen Krems und Karlstätten der Fall, in dem Granulit derlei olivinhaltende Eklogite eingeschaltet sind, welche dann zu Serpentin verändert werden. Ferner liefern die weitverbreiteten olivinreichen Gabbros vielorts Anlass zur theilweisen Serpentinbildung. Die mehrfach beobachteten Uebergänge von Gabbro und Enstatitfels in Serpentin sind möglicherweise dadurch zu deuten, dass es an solchen Punkten ehedem auch Massen von Olivinfels gab, welche mit den erstern Gesteinen durch Uebergänge verbunden waren und zuerst in Serpentin alterirt wurden.

v. Drasche gelangte durch seine chemisch-mikroskopischen Untersuchungen zu dem Resultat[2]), dass die bis jetzt unter dem Namen Serpentin angeführten Gesteine in zwei Classen zerfallen, welche oft chemisch unter

---

[1]) Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1867. LVI. 1. Abth. Juliheft 9.

[2]) Mineralogische Mittheilungen, gesammelt von G. Tschermak. 1871. I. 1. Später ebendas. 1873. I. 13) wies D. Doelter nach, dass auch die opalisirten, Pyropen führenden Serpentine von Meronitz in Böhmen jederzeit noch Reste von mikroskopischem Olivin in sich erkennen lassen.



einander nur wenig, mikroskopisch aber desto schärfer unterschieden sind. Die Vorkommnisse der ersten Gruppe, die eigentlichen Serpentine, erweisen sich u. d. M. in der That als aus Gesteinen mit vorwaltendem Olivin hervorgegangen, so z. B. u. a. die Serpentine von Brixlegg, von Matrey am Brenner, von Kraubat in Steiermark, von Kirchbühel bei Wiener Neustadt in Nieder-Oesterreich, von Brünn, von Easton in Pennsylvanien, von den Galway-Inseln in Irland. Die andern trotz der chemischen Aehnlichkeit der Bauschanalyse und dem oft übereinstimmenden äussern Ansehen von den eigentlichen Serpentinen zu trennenden Gesteine, bestehen aus zwei mikrokrystallinischen Mineralien, deren Bestimmung nicht vollständig gelang, aus etwas Diallag und Magneteisen. Die Hauptmasse der Präparate ist ein dichtes netzartiges Geflecht von länglich rechteckigen manchmal selbst nadelförmigen Durchschnitten eines rhombischen Minerals, welche parallel ihrer Längsaxe deutlich gestreift aussehen. Wenn auch alle diese Durchschnitte demselben Mineral anzugehören scheinen, so lässt sich doch nachweisen, dass dieselben theils eine härtere, theils und zwar vorwiegend eine weichere Substanz darstellen, und v. Drasche hält es für am wahrscheinlichsten, dass die erstere Bronzit, die zweite sein Umwandlungsproduct Bastit sei. Dazu gehören z. B. die sog. Serpentine von Windisch-Matrey in Nordtyrol, von Heiligenblut am Fusse des Grossglockners in Kärnthen, welche übrigens auch etwas Olivin führen.

Gleichfalls sind die in gewissen körnigen Kalken (Ophicalciten) so vielverbreiteten rundlichen, scharf abgegrenzten kleinen Serpentinkörnchen früher Olivin gewesen[1]; sie weisen im Durchschnitt Erscheinungen auf, welche über ihren Ursprung nicht in Unsicherheit lassen, insbesondere das charakteristische mikroskopische Aderngeflecht, welches die noch verschont gebliebenen und nun von einander getrennten Olivinkernchen eines Individuums ringsum einwickelt (Fig. 74). Das durchschwärmende Netzwerk von Serpentin ist gewöhnlich im dünnen Durchschnitt lichtgelblich-grünlich und lange nicht so grell, wie der blassere Olivin; oft bestehen die Zwischenadern von Serpentin gleichsam aus zahlreichen, etwas gewellten Strängen, welche die successive Umwandlung bezeichnen; partieenweise ist der Serpentin wohl auch eisblumenähnlich auseinanderlaufend oder parallelfaserig geworden und stellt einen niedlichen Mikrochrysotil mit schönem Polarisationsbild dar. Erz

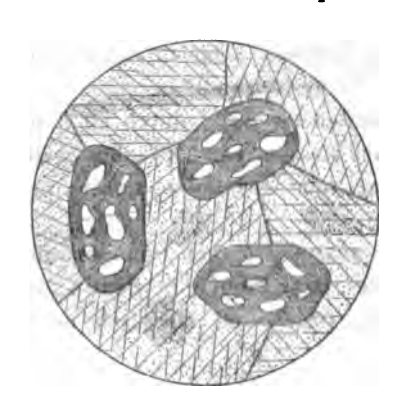


Fig. 74.

1) F. Z., Neues Jahrb. f. Mineral. 1870. 828.



scheidet sich innerhalb der Serpentinadern als schwarze Körnchen oder impellucider Staub aus, und man gewahrt offenkundig, wie dies Erzeugniss den ursprünglichen Olivin nichts angeht. Ist der Serpentinisirungsprocess fertig vollendet, so bietet das ehemalige Olivin-Individuum innerhalb des körnigen Kalks eine flechtwerkartige Zusammenhäufung von gebogenen und durcheinandergewundenen Strängen dar, von denen die einzelnen manchmal etwas abweichend gefärbt sind; oft kann man noch ganz gut erkennen, wo diejenigen Olivinkerne gelegen haben, welche zuletzt der Umwandlung zum Opfer gefallen sind. Zumal im polarisirten Licht treten alle diese Verhältnisse trefflich hervor.

Vorstehende Ermittelungen über die Herkunft der Serpentinkörnchen in den untersuchten körnigen Kalksteinen sind nicht ohne Beziehung zu der Frage über die Natur des vielgenannten Eozoon. Man versteht darunter in krystallinischen Kalken vorkommende Nester, welche aus parallel welligen, unregelmässig concentrischen Bändern und Streifen von Serpentin-Körnchen bestehen, die mit Lagen von körnigem Kalk abwechseln. Namhafte Geologen und Paläontologen haben diese Gebilde als Reste einer riesigen Foraminifere (Eozoon) erklärt, welche durch Uebereinanderlagerung flacher unregelmässiger Kammern gewachsen sei, wobei die Kalklamellen den Scheidewänden zwischen den einzelnen Kammern entsprechen, während die ursprünglich in den letztern befindliche Sarcode durch Serpentin ersetzt werde. Regellos vertheilte Kanäle und fein verzweigte Röhrensysteme — ebenfalls nun mit Serpentin und ähnlichen Mineralien ausgefüllt — haben dabei die einzelnen Kammern des Foraminiferenstocks in Communication erhalten. Durch Wegätzen des kohlensauren Kalks mit schwachen Säuren gewinnt man daher Inhalt und Verbindung der Kammern isolirt.

Das Eozoon wurde zuerst 1863 durch Logan in den Kalksteinen des laurentischen Gneisses von Canada beobachtet[1]), darauf von J. W. Dawson und W. B. Carpenter genauer untersucht und als Ueberrest einer gigantischen Foraminifere gedeutet[2]). Allein früh schon stiess diese auch von A. E. Reuss getheilte Ansicht auf Widerspruch. W. H. Bailey sprach sich dafür aus, dass das als Eozoon bezeichnete Gebilde den Spongien ähnlicher sei als den Foraminiferen (was auch mehrfach von Geinitz betont wurde), dass es ihm indessen weit eher als das Product einer eigenthümlichen mechanischen Gesteinsbildung denn als ein organischer Körperrest erscheine[3]). Hatte dann ferner schon Harkness dieselbe Ueberzeugung vertheidigt[4]), so

---

1) Canadian Naturalist IV. 300. Géologie de Canada, Montreal 1863. 49.
2) Quart. journal of the geol. soc. 1865. XXI. 51.
3) Geological magazine II. 388.
4) Report of the 35. meeting of the british association at Birmingham 1865. 59.



suchten King und Rowney den umfassenden Beweis dafür anzutreten[1]). Ihre Einwände gegen die organische Natur beruhen sowohl auf mikroskopischen Untersuchungen der für das sog. Eozoon und die Serpentin führenden eozoen Gesteine charakteristischen Structur, als auch auf dem geologischen Vorkommen dieser Körper in ganz verschiedenen, ihrem relativen Alter nach sehr weit von einander entfernten Formationsgliedern. Nicht allein, dass das Eozoon in Canada für das Laurentian bezeichnend ist, während der übereinstimmende Gebilde enthaltende grüne Marmor von Connemara in Irland nach Murchison zum Silur gehört, weisen King und Rowney die Gegenwart ganz ähnlicher Formen auch in weit jüngern serpentinhaltigen Schichten vom Alter des Lias (ophitischer Kalkstein von der Ostseite des Loch Slapin auf Skye), in Chalcedonen (Moos-Achaten), in dolomitischen Zechsteinen der Gegend von Sunderland u. a. Gesteinen nach, und für sie ist die „eozoonale Structur" nur eine eigenthümliche unorganische Gesteinsbeschaffenheit.

Darauf wurde das Eozoon von den Anhängern seiner organischen Natur rasch auch an andern Orten in den mit Gneissen vergesellschafteten krystallinischen Kalksteinen entdeckt. Gümbel fand es im körnigen Kalk des bayerischen Waldes[2]), v. Hochstetter im Kalkstein von Krumau in Böhmen[3]), A. Fritsch in dem von Raspenau, s. ö. Friedland in Böhmen[4]), Pusyrewski in dem finnländischen von Hopunwara bei Pitkäranda[5]).

Nachdem J. W. Dawson und W. B. Carpenter fernere Untersuchungen an neuen canadischen Eozoon-Exemplaren mit Rücksicht auf die Einwände von King und Rowney veröffentlicht,[6]) haben dann diese letztern Forscher noch einmal eine Fülle von morphologischen, paläontologischen, mineralogischen und chemischen Gründen gegen die organische Natur des Eozoons zusammengestellt, insbesondere auch abermals die Wichtigkeit des liasi-

1) Quart. journal of the geol. soc. 1866. XXII. 185. vgl. auch die Gegenbemerkungen Carpenter's ebendas. 219.

2) Sitzungsber. d. Münchener Akad. d. Wiss. 1866. I. 1; N. Jahrb. f. Mineralogie 1866. 210. (20. Dec. 1865). Gümbel führt auch den körnigen Kalk von Boden bei Marienberg und den Ophicalcit von Tunaberg in die Reihe der eozoonhaltigen Kalke ein. Später (N. Jahrb. f. Mineral. 1869. 551) rechnet er hierher auch noch andere skandinavische Ophicalcite aus Södermanland und Nerike. Durch das Anätzen treten nach ihm in den kalkigen Partieen die kleinen röhrenförmigen Körperchen ganz von der Form und Grösse, wie bei dem canadischen Eozoon hervor, und ausserdem sind die grössern walzenförmigen Verbindungsröhrchen namentlich gut sichtbar, weil sie meist von Serpentinsubstanz ausgefüllt sind. Bei besonderer günstiger Beleuchtung lasse die Serpentin-Ausscheidung bisweilen eine mit feinen Wärzchen dicht besetzte Oberfläche erkennen, welche er für die Ansatzstelle der abgebrochenen Röhrchen hält.

3) Sitzungsber. d. Wien. Akad. LIII. 4. Jan. 1866.

4) Neues Jahrb. f. Mineral. 1866. 353 (16. März 1866.)

5) Bull. de l'acad. imp. de St. Pétersbourg VII. 16|28. Nov. 1865.

6) Quart. journal of the geol. soc. XXIII. 1867. 257.

schen eozoonalen Ophicalcits von Skye betont[1]. Der Referent des Neuen Jahrbuchs für Mineralogie u. s. w. ist darnach geneigt, anzunehmen, dass der Sieg in diesem Kampf auf Seite von King und Rowney sei. Neuerdings haben L. S. Burbank und J. B. Perry dargethan, dass die Kalksteine von Chelmsford, Bolton und Boxborough in Massachusetts, welche von Dawson als ächt anerkanntes Eozoon führen, nicht in den laurentischen Gneiss wirklich eingebettet, sondern nachträgliche Ablagerungen von einem gangähnlichen Charakter sind, worauf auch ihre Lagenstructur und die Gruppirungsweise der in ihnen sonst enthaltenen Mineralien (Aktinolith, Rauchquarz, Tremolit, Skapolith, Boltonit, Phlogopit, Apatit) hindeute, deren reichliche Gegenwart im Kalkstein immer an die Nähe der ehemaligen Spaltenwände gebunden ist.[2]

Ein bestimmtes Urtheil über die Frage kann an dieser Stelle nicht ausgesprochen werden; aber es mag doch nicht unterbleiben, verschiedene Verhältnisse hervorzuheben, welche vielleicht den von Andern ausgesprochenen Zweifel an dem organischen Ursprung bekräftigen. Die im vorhergehenden (S. 312) beschriebenen, nachweisbar aus dem Olivin entstandenen Serpentinkörnchen weisen innerhalb des Kalksteins nicht jene schwarmartige Gruppirung auf, welche für die Eozoon-Gebilde als charakteristisch gilt, sie liegen so völlig regellos darin vertheilt, dass man den damit ausgestatteten Kalkstein niemals als Eozoon-führend angesprochen hat. Gleichwohl besitzen beiderlei Serpentinkörnchen, die ganz richtungslos zerstreuten und die eozoonal zusammengehäuften durchaus dieselbe Mikrostructur. Die Serpentinkörnchen von ächtem Eozoon aus Canada, von Krumau in Böhmen und (namentlich schön) von Steinhag bei Passau bekunden in vielen Präparaten u. d. M. ganz zweifellos ihre frühere Olivin-Natur. Man hat, wie es scheint, als Eozoon ganz bestimmte Stücke ausgewählt und es anzuführen unterlassen, dass oft unmittelbar daneben die beiden Elemente, Kalk und Serpentinkörnchen, auch in einer Verbindungsweise und Vertheilung vorkommen, welche Niemand mehr mit einem Organismus in Zusammenhang bringen wird. Die versuchte Deutung jener wird aber durch die letztern Vorkommnisse selbst nicht wenig zweifelhaft. Es ist ferner bemerkenswerth, dass in den untersuchten Dünnschliffen der Eozoon-Massen die Serpentinkörnchen niemals die ebenfalls aus Serpentin bestehenden kleinen cylindrischen Ausläufer aufweisen, welche, durch den Kalk hindurchgehend, die einzelnen ehemaligen mit Sarcode erfüllten Kammern in Verbindung gebracht haben sollen. Allemal, man mag eine Vergrösserung anwenden, welche man will, sind die Serpentindurchschnitte scharf rundlich begrenzt ohne jede seitlich ausstrahlende Verästelung, welche immer-

[1]) Proceedings of the royal irish acad. 12. Juli 1869.
[2]) Proceedings of the Boston Society XIV. 1871. 190. (19. April).

hin in den quadratzollgrossen Präparaten wenigstens einigemal hätte ebenfalls zum Durchschnitt kommen müssen. Ja es fehlen an den Körner-Durchschnitten selbst durchgängig warzenförmige Ausbuchtungen, welche man für die Ansatzstellen der abgebrochenen oder bei dem Umkrystallisations-Process des Kalksteins zerstörten Röhrchen erachten könnte.

Gemengte nicht-klastische Gesteine.

I. Massige Gesteine.

Orthoklasgesteine.

Granit.

Entsprechend dem makroskopischen Verhalten weisen die Granite der verschiedensten, entferntesten Localitäten u. d. M. eine unverkennbare Uebereinstimmung in den Hauptmomenten ihrer Ausbildung auf[1].

Der Quarz wird im Schliff wasserklar und ist gemeiniglich sehr reich an Flüssigkeitseinschlüssen, welche entweder einzeln unregelmässig durcheinandergestreut oder zu Haufen oder zu langhinziehenden bandähnlichen Schwärmen gruppirt sind. Das milchige Aussehen mancher Granitquarze rührt wohl in erster Linie von dieser Unmasse liquider Einschlüsse her, mit welchen die pellucide Substanz bei schwacher Vergrösserung wie mit dunkelgrauem Staub imprägnirt aussieht. Im Allgemeinen sind im Quarz der grobkörnigen Granite (z. B. Aberdeen, Gunnislake in Cornwall, Johann-Georgenstadt, Pegmatite verschiedener Fundorte) die flüssigen Einschlüsse etwas zahlreicher und grösser als in dem feinkörniger Gesteine (z. B. Mittweida, Litiz in Böhmen); auffallend arm daran sind die feinkörnigen Granite mit grossen porphyrartig hervortretenden Orthoklaskrystallen (z. B. Neubau bei Hof); meist ganz unregelmässig gestaltet lassen sie hier nur sehr selten und dann roh dihexaëdrische Umgrenzung erkennen. Vogelsang schätzt für den Quarz des grobkörnigen Granits von Johann-Georgenstadt ihre Anzahl in einem Cubikmillimeter auf mehrere Hunderttausende, nach Sorby sind sie in vielen granitischen Quarzen so zahlreich, dass ihrer 1000 Millionen auf den Cubikzoll gehen; dieselben stellen also in der That einen wesentlichen Theil der Quarzmasse dar, denn einigemal machen sie wenigstens 5 pCt. des Volumens aus; Sorby fand, dass der Verlust an Wasser beim Erhitzen des Granitquarzes aus Cornwall zur Rothgluth durchschnitt-

[1] Sorby, Gr. Cornwalls u. Schottlands, Quart. journ. of geol. soc. XIV. 1858. 487.
F. Z., Gr. Cornwalls u. Böhmens, Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wiss. XLVII. 1863. 231. Gr. der Pyrenäen, Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1867. 97.
Vogelsang, Poggendorffs Annal. CXXXVII. 263.
Stelzner, Gr. d. Altai. Petrogr. Bemerkungen über Gesteine des Altai 1871. 6.
G. Rose, Granitgeschiebe aus Pommern, Zeitschr. d. d. g. Ges. XXIV. 1872. 419.
Edward Hull, G. Irlands, Geological magazine X. Mai 1873.

lich 0,4 pCt. seines Gewichtes beträgt, was ungefähr 1 pCt. seines Volumens ergibt (vgl. auch die Angaben von Pfaff S. 49.)

Durch viele Experimente stellte Sorby fest, dass die Flüssigkeit im Granitquarz Wasser sei, welches die Chloride von Kalium und Natrium, die Sulphate von Kali, Natron und Kalk in Lösung enthält, wobei bald das eine, bald das andere Salz vorwaltet. Da die Lösung vor oder selbst nach der Verdunstung zur Trockne oft eine sehr entschieden saure Reaction besitze, so müsse ein Ueberschuss an freier Säure vorhanden sein. Ueber die damit im Zusammenhang stehenden Einschlüsse mit Kochsalzwürfelchen vgl. S. 75. Uebrigens mag es hier der Fall sein, dass mit Bezug auf die chemische Natur der Flüssigkeit die einzelnen Granite sich abweichend verhalten, wie denn Vogelsang in dem Quarz desjenigen von Johann-Georgenstadt Einschlüsse, welche aus Wasser und Kohlensäure bestehen, beobachtet hat[1]).

Aechte Glaseinschlüsse sind nur sehr selten zweifellos in den granitischen Quarzen gefunden worden, insbesondere in denjenigen Gesteinen, welche grosse Feldspathe ausgeschieden enthalten oder durch den Gegensatz zwischen grössern Krystallen und einer sehr feinkörnigen übrigen Masse zu den Quarzporphyren hinneigen (Sachsen, Cornwall). Sorby erwähnt auch Einschlüsse von felsitähnlicher Entglasungsmasse (stone-cavities, im Gegensatz zu den fluid- und vapour-cavities) z. B. aus den Graniten von St. Austel, wo sie im Quarz, von Lemorna in Cornwall, wo sie im Feldspath sitzen, fügt aber mit Recht hinzu, dass sie in den Gemengtheilen der eigentlichen Granite sonst sehr selten und nur in denen vorhanden sind, welche sich durch ihre Structur den (Elvans) Quarzporphyren nähern. Leere Poren kommen dagegen vielfach in den Granitquarzen vor.

Sehr häufig gewahrt man in den Quarzen der verschiedensten Granite fremde, bald wasserklare, bald (in Folge einer optischen Wirkung) mit einem leichten Stich in's grünlichgelbe versehene Krystalle, welche namentlich im polarisirten Licht sehr schönfarbig hervortretend, bald kurz nadelförmig, bald lang spiessig sind mit, wie es scheint, meist abgerundeten Enden. Hier liegen diese schmal und scharf umrandeten Krystallnadeln vereinzelt in der Quarzsubstanz, dort dicht zusammengedrängt, so dass eine ganze Quarzpartie wie damit gespickt aussieht, stets aber regellos und ohne Parallelismus nach allen Richtungen hin geneigt, etliche sind auch hin und wieder krumm gebogen, andere gliedweise abgetheilt. Manche Nadeln erreichen eine Länge von 0.18 Mm. bei nur 0.004 Mm. Breite, viele sind so

---

[1]) Nach der Angabe A. Bryson's (Edinburgh new philos. journal 1861. XIV. 144), er habe sich durch viele hundert Experimente davon überzeugt, dass die Libelle der Einschlüsse in den wesentlichen und accessorischen Gemengtheilen des Granits bei 94° Fahr. (34½° C.) verschwindet, möchte man fast glauben, dass die Einschlüsse flüssiger Kohlensäure häufiger seien.

schmal, dass sie bei schwächerer Vergrösserung einen einzigen haarfeinen Strich zu bilden scheinen. Anfangs war es schwierig festzustellen, welchem Mineral diese Körper angehören, man war gern geneigt, in ihnen Individuen von Kaliglimmer zu sehen (ähnlich denen, wie sie im Glimmer von South Burgess in Canada, S. 188 vorkommen), indessen erscheinen sie namentlich gerade in den Quarzen solcher Granite, welche blos dunkeln Magnesiaglimmer führen und man beobachtet auch häufig, dass sie keine Blättchen, sondern dickere Krystalle darstellen. An Feldspathmikrolithen war aus dem Grunde nicht wohl zu denken, weil solche selbständig in dem Granitgemenge durchaus nicht vorkommen. Endlich fiel Licht auf ihre Natur durch die Beobachtung sehr ausgezeichneter, im Querschnitt höchst scharf hexagonaler entschiedener Apatitkrystalle, wie dieselben z. B. der Quarz des Granits von Striegau in solcher Menge enthält, dass auf einem 0.01 Quadr.-M. grossen Raum nicht weniger als 42 Apatitnadeln gezählt werden. Auch hier bekundet wiederum der Apatit seine locale Anhäufung, indem viele Quarze ganz frei davon sind. In diesen Graniten durchstechen die Apatitnadeln auch sehr häufig die Magnesiaglimmer-Blätter. Es ist nunmehr wenig zweifelhaft, dass jene Krystallnadeln, auch wenn sie nicht so scharfe sechsseitige Durchschnitte liefern, alle oder wenigstens grösstentheils dem Apatit angehören, zumal da ihre andern Eigenschaften sehr gut damit übereinstimmen [1]. Man ist übrigens erstaunt, Gebilde, welche man bei der Betrachtung nur eines einzigen Vorkommnisses für ganz zufällig und unwesentlich hält, in den Granitquarzen der verschiedensten Länder mit grosser Consequenz wiederzufinden.

Neben den im polarisirten Licht lebhaft einfarbig werdenden Quarzen gewahrt man andere, im gewöhnlichen Licht ebenfalls einheitlich aussehende Körner, welche aber zwischen den Nicols mosaikähnlich aus mehrern, gleichzeitig von einander abweichend gefärbten Stücken zusammmengesetzt erscheinen; diese Quarze dürften demnach aus mehrern optisch anders orientirten Individuen zusammengefügt sein, und die Neigung zu vielfachen unregelmässigen Zwillingsverwachsungen, welche G. Rose am Bergkrystall kennen lehrte, Leydolt durch seine Aetzversuche bestätigte, machte sich also auch an den Quarzkörnern der Granite geltend.

Die Feldspathe erlangen meistens selbst in sehr dünnen Schliffen nur recht geringe Pellucidität, trotzdem aber ist die Streifung der triklinen gewöhnlich noch ziemlich deutlich zu beobachten; diese Trübung der Feldspathe ist wohl sonder Zweifel das Resultat einer Umwandlung der ursprünglich adular- oder sanidinähnlichen Substanz. (vgl. S. 128). Flüssigkeitsein-

---

[1]) E. Hull hat das Richtige getroffen, wenn er es selbst bezweifelt, dass die von ihm für diese Gebilde angewandte Bezeichnung Belonite und Trichite passend sei.

schlüsse noch darin nachzuweisen gelingt nur in ganz seltenen Fällen. Ueber die röthliche Färbung der Orthoklase vgl. S. 126. Die Carlsbader Zwillinge geben sich durch ihre oft recht scharfe Naht gut zu erkennen.

Die Glimmer tragen ihre lamellare Zusammensetzung in einem der gewöhnlich schief darauf geführten Schnitte sehr gut zur Schau. Liquide Einschlüsse, welche vermöge der Pellucidität der Substanz wohl hervortreten würden, sind darin jedenfalls höchst spärlich, die beobachteten waren auffallend platt und flach. Schwarze völlig opake Körner von mikroskopischem Magneteisen wurden auch einigemal beobachtet, z. B. im Granit von Striegau.

Amorphe, etwa mikrofelsitische Substanz, welche makroskopisch nicht hervortritt, ist bis jetzt auch mikroskopisch noch nicht zwischen den krystallinischen Gemengtheilen der zum Granit gerechneten Vorkommnisse gefunden worden [1].

Da die von Sorby behauptete Constanz in dem Volumverhältniss zwischen Flüssigkeit und Libelle bei den Einschlüssen im Quarz eines und desselben Granits thatsächlich nicht existirt (vgl. S. 46), so fallen damit auch die scharfsinnigen Calculationen, welche er auf Grund jener Relation über die Bildungstemperatur der Granite angestellt hat.

Die bis jetzt an den Graniten ausgeführten mikroskopischen Untersuchungen gestatten mit Bezug auf die genetischen Verhältnisse die Ableitung folgender Schlüsse:

1) Die Granite sind gebildet bei Gegenwart von Flüssigkeiten oder von Gasen, welche sich zu Flüssigkeiten verdichtet haben.

2) Die Festwerdung der Granite muss mit Rücksicht auf die Natur der Flüssigkeitseinschlüsse unter hohem Druck vor sich gegangen sein.

---

[1]) Im Neuen Jahrb. f. Mineral. 1868. 722 findet sich eine Mittheilung H. Fischer's, er habe mitten im Granit (der im Eckerthal am Harz eine Ader im Thonschiefer bildet) schon bei 70facher Vergrösserung ein höchst eigenthümliches Maschengewebe beobachtet, ein ganz complicirtes System vollkommen durchsichtiger, theilweise eigens gewundener, theils paralleler, grader, schlauch- und zapfenartiger Gebilde, welche stellenweise auch in ganz dünnen Schliffen mit einer braunen getüpfelten Substanz bedeckt sind. Dieses Gebilde, welches sich bei allen Schliffen des Granitvorkommens wiederhole, wisse er bis jetzt nicht anders, als dem organischen Reiche angehörig zu deuten, und fortgesetzte Untersuchungen sollten zu ermitteln trachten, ob man es hier etwa mit einem Eozoonartigen Körper zu thun habe. Später (Kritische mikr.-mineralog. Studien 1869. 11) ist Fischer, nachdem Max Schultze die organischen Formen in Abrede gestellt hatte, geneigt „an eine bis jetzt noch bei dem jugendlichen Stande der mineralogischen Mikroskopie unerklärte primäre Anordnung anorganischer Stoffe zu denken, welche etwa organische Formen simulirte.“ Möglicher Weise liegt hier eine Verunreinigung der Präparate (etwa durch Striemen von Smirgelschlamm) vor, oder es wurden plattgedrückte und verästelte Blasen von Canadabalsam, in welchen sich etwas Schlamm ansammelte, als solche verkannt.

3) Directe mikroskopische Zeugnisse für die Erstarrung aus einem Schmelzfluss, ähnlich demjenigen, in welchem sich viele Quarzporphyre, die Trachyte und Basalte einst befunden haben, werden in der Regel vermisst.

Granitporphyr.

Die Grundmasse des Granitporphyrs steht makroskopisch in der Mitte zwischen Granit und derjenigen des Quarzporphyrs, indem sie im Gegensatz zu den ausgeschiedenen Krystallen zu feinkörnig ist, um das Gestein zu den porphyrartigen Graniten, und andererseits nicht den Grad scheinbarer Dichtigkeit erreicht, um dasselbe zu den Quarzporphyren zu rechnen. Verbreitet sind die Vorkommnisse bei Beucha und am Tummelberg bei Wurzen unfern Leipzig und in mehrern mächtigen Gangzügen im Erzgebirge, z. B. bei Frauenstein und bei Altenberg. Ob die darin befindliche dunkelgrüne Substanz, welche stellenweise auch färbt, Chlorit oder Hornblende oder beides zusammen sei, war bisher nicht genügend festgestellt.

U. d. M. löst sich die Grundmasse des Granitporphyrs von Beucha und Altenberg in ein vollkommenes Aggregat krystallinischer Mineralien auf, unter denen der Quarz über den Feldspath zu überwiegen scheint. Die mikroskopischen Quarze der Grundmasse sind fast sammt und sonders ziemlich scharf krystallisirt und liefern rhombische und hexagonale Durchschnitte, welche untereinander und mit den meist rechteckigen und etwas trüben der Orthoklase innig im körnigen Gefüge verwachsen sind, so dass gar keine, etwa mikrofelsitisch ausgebildete, nicht individualisirte Substanz als Basis zwischen ihnen hervortritt. Die grössern Quarze des Gesteins sind sehr reich an ausgezeichneten, oft dihexaëdrisch gestalteten Glaseinschlüssen, ein bemerkenswerther Umstand, weil diese Gebilde gewöhnlich da in den Gemengtheilen fehlen, wo das ganze Gestein durch und durch krystallinisch ausgefallen ist und andererseits nur dort sich einzustellen pflegen, wo ein Theil des Magmas in amorphem Zustand zurückblieb. Neben ihnen liegen auch manche liquide Einschlüsse mit beweglicher Libelle. Oft sind die porphyrartig hervortretenden Orthoklase, wie die Dünnschliffe ergeben, in ihrem Innern noch völlig adularähnlich klar und pellucid, und blos äusserlich mit einer trüben Umwandlungs-Rinde umsäumt, an deren einwärts zugekehrten Theilen man alle jene Vorgänge der allmähligen Feldspath-Alteration verfolgen kann, deren auf S. 127 gedacht wurde. Die klaren Stellen im Orthoklas führen mitunter das seltene Beispiel zahlreich eingelagerter rechteckig gestalteter Glaseinschlüsse vor, welche man in den Feldspathen der Granite stets, in denen der Quarzporphyre fast immer durchaus vermisst und in solcher Deutlichkeit nur in den Sanidinen der jüngern Trachytgesteine wiederfindet; vielleicht waren sie früher in den Feldspathen der gleichzeitigen ältern Felsarten häufiger und sind bei der molecularen

Umwandlung in die gewöhnliche trübe und blos halbpellucide Substanz in ihren Contouren bis zur Unkenntlichkeit verwischt oder auch selbst mit in die Alteration hineingezogen worden.

Die grüne Substanz des Gesteins ergibt sich u. d. M. als z. Th. aus Hornblende, z. Th. aus Chlorit bestehend, und zwar weisen alle Verhältnisse darauf hin, dass die erstere dem letztern den Ursprung geliehen hat. Die Hornblende ist wie die der Syenite und Diorite bald gelblichbraun, bald hellgrün; der dunkle, aber in ganz dünnen Schliffen grasgrüne oder bläulichgrüne Chlorit umrindet sie oftmals äusserlich, wobei aber ein solcher Hornblendekern meistens auch schon von Chloritäderchen innerlich durchzogen ist; daneben liegen förmliche Pseudomorphosen von Chlorit nach Hornblende vor — alles Erscheinungen, welche durchaus dasselbe mikroskopische Bild vorführen, wie die Umwandlung der Augite der Diabase in ebenfalls chloritische Substanz. Ausser Magneteisenkörnern sind Apatitnadeln in allen untersuchten Präparaten constant vorhanden, in üblicher Weise auf kleinstem Raum sehr zahlreich versammelt, wie denn u. a. ein Hornblendekrystall von 18 derselben durchstochen war[1]).

Quarzporphyr (Felsitporphyr).

Wenig Fragen gibt es in der Petrographie, welche so verschieden beantwortet wurden, und deren richtige Lösung andererseits von solcher Wichtigkeit ist, wie diejenige nach der materiellen Beschaffenheit der dem blossen Auge als dicht oder wenigstens mineralogisch unentwirrbar erscheinenden G r u n d m a s s e der Quarzporphyre[2]). Auf Analogieen gegründete Abstractionen und Interpretationen chemischer Analysen unternahmen es schon früh, darüber eine Aufklärung zu verschaffen, welche sich im günstigsten Fall nicht über den Rang einer mehr oder weniger befriedigenden Hypothese zu erheben vermochte. Und als die mikroskopische Forschung den einzig zum Ziele führenden Weg einschlug, da war es anfänglich sowohl die Fremdartigkeit des Objects, als die Unvollkommenheit der Untersuchungsmethode, als der geringe Umfang des geprüften Materials, wodurch manche Studien in falsche Bahnen einlenkten.

Bis auf L. v. Buch's Zeit hielt man die Grundmasse der Quarzporphyre für ein einfaches Mineral, für Hornstein, Feldspath oder Thon. Aus Norwegen schrieb dieser aber 1808: ,,Man sollte niemals vergessen, dass jedes Porphyrs dichte Grundmasse nie ein mineralogisch einfaches Fossil ist, dass ihre wahre mineralogische Natur nur deshalb nicht erkannt werden kann, weil unsere Augen den einzelnen Theilchen in ihrer Kleinheit nicht

---

1) Baranowski bestimmte den Kieselsäuregehalt des Gesteins von Beucha als 66.3, von Altenberg als 67.1 pCt.

2) Bezüglich des Namens Quarzporphyr vgl. S. 290.

zu folgen vermögen."[1]) Es befestigte sich allmählig die Ansicht, dass die Grundmasse eine innige Vereinigung ungemein winziger Partikelchen vorwiegend von Feldspath und Quarz in granitähnlichem Gefüge sei.

Delesse sprach dem gegenüber die Meinung aus, dass, während in den Felsarten mit Granitstructur die ganze Gesteinsmasse ein Aggregat krystallinischer Mineralindividuen darstelle, in denjenigen mit Porphyrstructur zwar auch einige Mineralien sich in Krystallen ausgeschieden haben, ohne dass aber die Krystallisation sich in vollständiger und gleichmässiger Weise im ganzen Gesteine entwickeln konnte, daher jene Mineralien in einem Teig eingeschlossen vorliegen, welcher mit der Mutterlauge vergleichbar, in gewisser Hinsicht das Residuum ihrer Krystallisation ist. Dieser Teig werde nicht zusammengesetzt aus bestimmt abgegrenzten benennbaren Mineralien und biete kein mikroskopisches Aggregat derselben dar, sondern bilde einen halbkrystallinischen Rückstand, ein unbestimmtes Silicat, bestehend aus Kieselsäure und allen Basen, welche in den ausgeschiedenen Mineralien vorkommen. Die chemische Zusammensetzung dieses Teiges sei zwar wechselnd und nicht die eines bekannten Feldspaths; da er aber eine analoge Constitution besitzt, so nennt Delesse ihn einen Feldspathteig[2]).

Emil Wolff dagegen hat für die rothen Porphyre von Halle die Ansicht ausgesprochen, dass Kieselerde, fast allein mit Eisenoxyd verunreinigt, die Grundmasse ausmache; die in grossem Ueberschuss vorhandene Kieselsubstanz sei zum Theil als Quarz krystallisirt, grossentheils aber durch das Eisenoxyd verhindert worden, eine krystallinische Structur anzunehmen, und gebe mit dem Eisenoxyd eine dichte, mehr oder weniger gleichförmige hornsteinähnliche Masse ab, welche die ausgeschiedenen krystallinischen Mineralien umschliesst. Diese meist roth gefärbte hornsteinartige Kieselsubstanz enthalte in der Regel durch die ganze Masse kleine, oft selbst dem bewaffneten Auge unsichtbare Feldspaththeilchen[3]).

In einer Abhandlung von F. Z. aus dem J. 1862[4]) finden sich dann die ersten eigentlich mikroskopischen Untersuchungen über die Grundmasse einzelner Quarzporphyre, Studien, welche aber wegen unvollkommener Dünne der Präparate, schwacher Auflösungsfähigkeit des benutzten Instruments und Unzulänglichkeit des Materials das Richtige nicht in seinem ganzen Umfange getroffen haben. Es wird darin angegeben, dass sie aus eng verbundenen, im Dünnschliff als rundliche Fleckchen erscheinenden Theilchen von trübem Feldspath und klarem Quarz bestehe, und dass es theoretisch auch Grundmassen geben könne, welche vorwiegend, ja lediglich

1) Reise durch Norwegen u. Lappland I. 139.
2) Bulletin de la soc. géolog. (2 sér.) VI. 629.
3) Journal f. prakt. Chemie XXXVI. 412.
4) Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1863. XLVII. 239.



aus dem einen oder andern dieser Mineralien zusammengesetzt seien. Doch beschrieb derselbe wenige Jahre später einen pyrenäischen Quarzporphyr, dessen Grundmasse eine amorphe Substanz darzustellen scheine. [1])

Diesen Angaben schloss sich Laspeyres für die Quarzporphyre der Umgegend von Halle an. Von der Voraussetzung ausgehend, die Grundmasse sei mikroskopisch feinkörnig, erscheint ihm dieselbe u. d. M. in der That als „ein kryptokrystallinischer Granit von Quarz, Feldspath und Glimmer" und „er habe bisher keine wahre Porphyrgrundmasse finden können, die u. d. M. sich nicht als ein mehr oder weniger feinkörniges Gemenge von Quarz und Feldspath erwiesen hätte." Der Habitus der Grundmasse werde nicht durch die Menge von Quarz, sondern durch die Grösse und Anordnung der Gemengtheile bedingt, indem bei entsprechend verstärkter Vergrösserung und gleichzeitiger Verdünnung der Gesteinspräparate die Grundmasse aller Porphyre von Halle ganz gleich aussieht. Der durchsichtige farblose Quarz ist in 0.02 — 0.2 Mm. grossen Körnern wie im Granit vorhanden, welche manchmal unvollkommene Krystallumrisse zeigen; der Raum zwischen den einzelnen wird durch krystallinisch-körnigen Feldspath ausgefüllt, die Grenze beider Mineralien aber ist nicht immer scharf, sondern grösstentheils verflösst[2]). E. Weiss führt an, dass sich an Dünnschliffen eines hellgrauen Porphyrs von Halle u. d. M. im polarisirten Licht mikrogranitische Structur nachweisen lasse, während die rothen Varietäten diese Structur in der Regel nicht zeigen. [3])

Vogelsang war es, welcher im Gegensatz zu den durch die vorstehenden Aussprüche nur noch bestärkten üblichen Ansichten durch das Mikroskop zu einer Auffassung der Grundmasse geführt wurde, welche sich der von Delesse betonten nähert[4]). Er stellt in den Vordergrund, dass in einem guten Schliffpräparat auch die kleinsten der wirklichen Quarz- und Feldspathkrystalle sich meistens schon mit der Loupe auffinden lassen, und dass eigentliche mikroskopische Individuen verhältnissmässig sehr selten seien. Die Masse nun, aus welcher sich alle diese kleinsten Krystalle

---

[1]) Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. XIX. 1867. 107.

[2]) Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XVI. 1864. 402. Es wird hieraus wahrscheinlich, dass Laspeyres überhaupt nicht die eigentliche Grundmasse aufgelöst, sondern nur den Gegensatz zwischen mikroskopisch ausgeschiedenen Quarzen und dem dann noch verbleibenden Grundteig bemerkt hat, welch letzteren er für krystallinisch körnigen Feldspath ansah. Darauf deutet auch seine Abbildung Taf. XIV. Fig. 2. Uebrigens hat, wie Vogelsang hervorhebt, Laspeyres seine Beobachtungen nur an zwei oder drei Porphyrschliffen und ausserdem an Gesteinssplittern angestellt, „welche durchaus keine eingehende Untersuchung und am allerwenigsten wohl ein Urtheil über die Natur der Grundmasse erlauben."

[3]) Beiträge zur Kenntniss der Feldspathbildung, Haarlem 1866. 146.

[4]) Philosophie der Geologie u. mikrosk. Gesteinsstudien S. 133.



deutlich, wenngleich diejenigen von Feldspath nur durchscheinend hervorheben, die eigentliche Grundmasse, löst sich nach ihm u. d. M. nicht in einzelne Individuen auf. Sie dringt (als nicht individualisirte Masse) in rundliche Buchten und auf Spalten in die Quarzkrystalle ein, wird als runde Kugeln von ihnen umschlossen und wirkt nur sehr schwach auf den Polarisationsapparat: bei einem Quarzporphyr werde man u. d. M. keinen Augenblick in Zweifel sein, ob man es mit Quarz, mit Feldspath oder mit „halbkrystallinischer" Grundmasse zu thun habe. Worin nun der halbkrystallinische Zustand besteht, darüber spricht sich Vogelsang hier nicht näher aus. Für die rothe Grundmasse des Porphyrs von Halle führt er noch an, dass dieselbe sich unter einem guten Polarisationsmikroskop als eine von unzähligen, mit amorphem Eisenoxyd bekleideten Spalten durchsetzte, einfach brechende formlose Substanz zu erkennen gebe (a. a. O. 194).

Nach Vogelsang war es zunächst Stelzner, der wieder auf die Untersuchung der porphyrischen Grundmasse geführt wurde und, gegen die Resultate seines Vorgängers sich erklärend, wiederum der frühern Auffassung zustimmte [1]). Bei 60 Dünnschliffen fand er, dass sich die Grundmasse u. d. M. in ein feinkrystallinisches Gemenge auflöse, dessen Elemente im polarisirten Licht farbig erscheinen, also nicht amorph sein können. Da dieselben aber keine scharfe Krystallumgrenzung zeigen, sondern sehr innig mit einander verwachsen sind, und da selbst bei den dünnsten Schliffen immer noch mehrere Körnchen übereinander liegen, wodurch die Deutlichkeit des Bildes beeinträchtigt wird, so verzichtet er lieber auf eine mineralogische Bestimmung des (übrigens höchst wahrscheinlich aus Quarz und Feldspath bestehenden) Gemenges mit alleiniger Hülfe des Mikroskops und begnügt sich, die Grundmasse als ein mikrokrystallinisches oder (?) felsitisches Mineralgemenge zu bezeichnen. Nirgends sei dieselbe amorph, auf polarisirtes Licht wirkungslos, und eine Zwischenstufe zwischen amorph und krystallinisch sei nicht denkbar.

Schliesslich hat bei der Untersuchung der Porphyre des südlichen Odenwalds Emil Cohen Studien über die Mikrostructur der Grundmasse angestellt [2]), deren Ergebnisse mit denjenigen Stelzners im Gegensatz stehen und sich in manchen Punkten wieder denen von Vogelsang nähern. Ihm ist es nie gelungen, die eigentliche Grundmasse, aus welcher sich alle, auch die kleinsten Feldspath- und Quarzkrystalle deutlich herausheben, weiter in erkennbare Mineralspecies zu zerlegen. Ob man die Schliffe bei 80- oder 800facher Vergrösserung untersuche, die Zahl der definirbaren

---

[1]) Petrograph. Bemerkungen über Gesteine des Altai (aus B. v. Cotta, der Altai) 1871. 22.

[2]) Die zur Dyas gehörigen Gesteine des südlichen Odenwaldes. 1871. 37.



Einsprenglinge vermehre sich gar nicht, oder nur äusserst wenig. Bei gekreuzten Nicols erscheint die ganze Grundmasse des ältern Odenwalder Porphyrs aus grössern oder kleinern verflossenen Partieen zusammengesetzt, die z. Th. hell mit einem Stich ins gelbliche oder bläuliche, z. Th. dunkel sind und bei vollständiger Drehung des Präparats ihre Intensität derart ändern, dass die hellern viermal genau den dunklern entsprechen und umgekehrt. Die Umrisse verfliessen desto mehr, je stärkere Vergrösserung man anwendet. Neben dem Wechsel von Helligkeit und Dunkelheit zeigt die Grundmasse keine merkbare Farbenerscheinung im polarisirten Licht, im ganzen ist ihr Verhalten also dem einer trüben Feldspathmasse ähnlich, aber der hohe Kieselsäuregehalt verbietet sie für eine solche zu erklären. Andererseits können die beobachteten optischen Erscheinungen wohl nur bei einer Individualisirung eintreten, d. h. bei einer gesetzmässigen Anordnung gleichmässiger Molecule. Sorgfältige Beobachtung lässt ausserdem in fast allen Schliffen noch eine Masse auffinden, welche bei Drehung des Präparats zwischen gekreuzten Nicols vollständig dunkel bleibt und demgemäss als amorph gelten muss. — Nach Cohen geht übrigens die so beschaffene Grundmasse in zwei Extreme über: bei dem einen scheint eine überwiegend glasige Masse vorzuliegen mit stellenweise faseriger, strahliger oder körniger Entglasung, bei dem andern eine mehr oder minder krystallinisch-feinkörnige mit Aggregatpolarisation. Alle Beobachtungen, welche mehr als irgend andere früher angestellte, das Richtige zu treffen scheinen, führen zu dem Schluss, dass sich die Grundmasse der Odenwalder Porphyre u. d. M. sehr verschieden verhält.

Je weiter die im Vorstehenden zusammengestellten Angaben über die mikroskopische Beschaffenheit der felsitischen Quarzporphyr-Grundmasse auseinandergingen, um so mehr that eine neue sorgfältige Prüfung zahlreicher Vorkommnisse an der Hand der inzwischen gemachten Erfahrungen Noth. Das allgemeine Ergebniss derselben ist, dass die Mikrostructur und Zusammensetzung dieser Grundmassen keineswegs, wie man dies früher wohl vermuthete, in den einzelnen Fällen unter einander übereinstimmt, sondern eine recht verschieden geartete Ausbildungsweise offenbart; auch hier können wiederum makroskopisch durchaus einander gleichende Massen mikroskopisch völlig abweichend beschaffen sein. Es gibt einerseits in der That hierher gehörige Grundmassen, welche gänzlich oder fast gänzlich krystallinisch-granitähnliches Gefüge besitzen, während andererseits solche vorliegen, die zur weit überwiegenden Menge aus nicht oder nur ganz unvollkommen individualisirter Substanz bestehen, welche für sich wieder verschiedene Entwicklung angenommen hat, aber doch meistentheils mikrofelsitischer Natur (S. 280) ist. Zwischen diesen Endes-Ausbildungen erscheinen dann noch verbindende Mittelglieder. Und so wird denn den frühern Angaben, ungeachtet ihrer Divergenz, sämmtlich zu ihrem Recht



verholfen, freilich mit der Beschränkung, dass sie sich nicht auf die Grundmasse in ihrer Allgemeinheit, sondern nur auf einzelne charakteristische Modificationen derselben beziehen.

Vor allem ist zum gründlichen Studium der Quarzporphyr-Grundmasse ein möglichst dünnes Präparat unbedingt erforderlich, welches stets auch im polarisirten Licht untersucht werden muss.

Manche Grundmassen lösen sich, wie angeführt u. d. M. in ein Aggregat krystallinischer Körner auf, zwischen welchen keine oder nur ganz spurenhafte ihrerseits amorphe Masse steckt. Die mikroskopischen Individuen bestehen fast blos aus wasserhellem, lebhaft polarisirendem Quarz in unregelmässig contourirten, sechseckigen oder rhombischen Durchschnitten und meist trüblichem Feldspath, der oft rechteckige Schnitte liefert; hier und da sind auch die beiden Gemengtheile ganz irregulär in einander verschränkt. Der der Hauptsache nach gemengt-krystallinische Charakter wird bisweilen dadurch noch deutlicher, dass etwas Eisenocker als höchst feine Haut zwischen die individualisirten Körnchen gedrungen ist. In diesem Gewebe bemerkt man mitunter kleine Fleckchen einer mikrofelsitischen, nicht individualisirten Masse, welche oft nur förmlich zwischengeklemmt, namentlich zwischen Feldspathleistchen gedrängt erscheint. Es ist indessen häufig nicht leicht, die Mikrofelsitmaterie von dem durch Molecular-Veränderung etwas trüb gewordenen Feldspath, wie es sich gebührt, zu unterscheiden. Andererseits scheint sich hin und wieder auch etwas farblose Glassubstanz in spärlicher Menge zwischen den überwiegenden krystallinischen Körnern als Basis zu befinden. Oft mag man bei der Untersuchung im polarisirten Licht die Anzahl der individualisirten Theile, namentlich wenn sie sehr winzig ausgebildet sind, zu gering veranschlagen: viele derselben liegen so, dass ihre Hauptschnitte mit einer der Polarisationsebenen der Nicols zusammenfallen, und diese, welche bei gekreuzten Nicols natürlich dunkel erscheinen, ist man anfangs leicht geneigt, für amorphe Partikel zu halten, bis eine Drehung des Präparats in seiner Ebene (S. 19) auch sie farbig werden lässt und den krystallinischen Körnern zuweist. — Hierher gehören u. a. die untersuchten Quarzporphyre von Wurzen und Altenberg in Sachsen, vom Donnersberg in der Pfalz [1]), aus dem Pellegrino-Thal in Südtyrol und namentlich eine grosse Reihe der Elvan genannten Quarzporphyre von Withiel, Redruth, u. a. O. in Cornwall, die meisten der von der Insel Arran (Leac a breac, Drumadoon Point u. f.).

Anderswo erlangt mikrofelsitische Basis von der S. 280 beschriebenen Beschaffenheit in der Grundmasse das Uebergewicht, ja sie setzt dieselbe

[1]) Nach Streng besteht auch der Quarzporphyr von Münster am Stein (a. d. Nahe) aus einem krystallinischen Aggregat von Feldspath und Quarz (Neues Jahrb. f. Mineral. 1873. 227.)

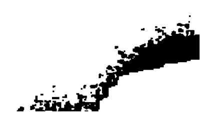


in seltenern Fällen wohl so vorwiegend zusammen, dass mikroskopische krystallinische Einsprenglinge fast ganz vermisst werden, und das Gestein als individualisirte Gemengtheile nur diejenigen enthält, welche auch schon das blosse Auge im Dünnschliff gewahrt. Reichlich verbreitet ist die Ausbildung, dass innerhalb der mikrofelsitischen Substanz, welche zwischen gekreuzten Nicols ganz oder nahezu ganz dunkel wird, sich einzelne Theile befinden, welche im gewöhnlichen Licht gar nicht darin besonders begrenzt hervortreten und im polarisirten Licht zwar entschieden farbig werden, aber ganz unbestimmte Contouren aufweisen; diese winzigen Fleckchen, zwischen gekreuzten Nicols meist schwach milchblau, verschwimmen an ihren Rändern förmlich in die deshalb wie getüpfelt aussehende mikrofelsitische, nicht individualisirte Masse. Sie dürften wegen ihrer unverkennbaren optischen Reaction doch wohl krystallinische Partikel sein, welche in der umgebenden amorphen Substanz nur zu ganz unvollkommener Entwicklung gediehen sind. Die Contouren der krystallinischen Theile fallen in der That innerhalb dieser Grundmassen um so schärfer und regelmässiger aus, je weniger mikrofelsitische Materie zugegen ist. Wo diese letztere sehr reichlich vorliegt, da erscheinen mitunter in ihr vereinzelte Fleckchen klaren oder körnchenführenden Glases.

Bei vielen der sog. Hornsteinporphyre betheiligt sich ächtes Glas in grosser Menge an der Zusammensetzung der Grundmasse, deren sehr homogenes äusseres Ansehen und schimmernder Glanz sich vermuthlich daher ableiten. So besitzt z. B. der dunkelgrauschwarze Porphyr von Mockzig bei Altenburg als Basis einen farblosen Glasgrund, worin unendlich viele verkrüppelte blassgrüne Hornblende-Mikrolithen (bis 0.015 Mm. lang) und schwarze, gewöhnlich daran angeheftete Körnchen im dichten Gewimmel liegen, während fast gar keine grössern Ausscheidungen vorkommen. [1]) Der schwarze sog. Hornsteinporphyr von der Neudörfler Höhe bei Zwickau hat zur Basis ein farbloses, nicht polarisirendes Glas, worin braune kleine Körnchen in grosser Menge liegen, hier reichlich gehäuft, auch wohl mit Trichiten vergesellschaftet, dort spärlicher; die körnchenreichen Stellen bilden oft lange Streifen und Bänder, welche in ihren wellenförmig geschlungenen Biegungen schöne Fluctuationserscheinungen offenbaren.

Ueberhaupt sind Fluctuationserscheinungen vielfach in der porphyrischen Grundmasse vermöge deren bandweise abweichender Ausbildung ersichtlich. Vorzüglich bietet dieselben z. B. der dunkle Porphyr von

[1]) Die auf dem Bruch dieses eigenthümlichen Gesteins verlaufenden vielverschlungenen concentrischen Zeichnungen, welche aus sehr zarten graulichgelben gekrümmten Linien bestehen, verweisen auf eine rohe perlitische Structur; auch hier ist damit (wie bei den eigentlichen Perliten) keine besondere Gruppirung der Mikrolithen verbunden, die lichtern Curven entsprechen u. d. M. nur Spältchen, längs welchen die Grundmasse, oft blos auf eine Entfernung von 0.1 Mm. hin, schmutzig gelb gefärbt ist.



Elfdalen (mit den fleischrothen Feldspathen) dar; seine im sehr dünnen Schliff fast farblose Grundmasse scheint u. d. M. im gewöhnlichen Licht homogen zu sein und ist mit unzähligen rundlichen und eiförmigen Körnchen von röthlichbrauner bis fast schwarzer Farbe (auch etliche grünliche) und 0.005 Mm. grösster Dicke durchsprenkelt. Auf kurze Strecken hin liegen diese regellos, dann aber sind dickere derselben eng an einander gerückt und bilden hin und her gewundene Linien und Stränge. Zwischen gekreuzten Nicols treten übrigens in jener anscheinend homogenen Grundmasse eine grosse Menge milchblau polarisirender eckiger Partikel hervor, welche stellenweise zu einem fast körnigen Gemenge versammelt sind, während anderswo vermuthlich farbloses Glas zwischen ihnen steckt.

Die häufige rothe Farbe der felsitischen Grundmasse kommt von Eisenoxyd, welches in Form von durchscheinenden bräunlichrothen und bräunlichen Körnchen und Schüppchen die ganze Materie innig imprägnirt. Diese Gebilde sind oft von einer ungemeinen staubähnlichen Winzigkeit, und wo sie dicht neben einander versammelt liegen, gelingt es mitunter gar nicht, ihr Haufwerk aufzulösen. Für ihre Natur als Eisenoxyd spricht die Entfärbung der mit Salzsäure behandelten Grundmasse. Cohen äussert (a. a. O. 35) die nicht unwahrscheinliche Vermuthung, dass dies Eisenoxyd durch secundäre Processe aus jenen schwarzen und bräunlichschwarzen ebenfalls feinvertheilten Körperchen entstanden sei, welche so reichlich in den grauen Porphyrgrundmassen enthalten sind, da diese fast ganz fehlen, wo jenes auftritt, und umgekehrt.

Vogelsang ist zu der Annahme geneigt, dass die Beschaffenheit der porphyrischen Grundmasse das Resultat der secundären molecularen Entglasung sei, welche auf nassem Wege eine ursprünglich glasig ausgebildete Substanz von der Natur der hyalinen Pechsteinmasse betroffen habe[1]. Durch das geologische Alter, sowie durch gewisse Modificationen im geognostischen Auftreten werde schon der Gedanke näher gelegt, , dass hier secundäre metamorphische Processe den Gesteinscharakter allmählig verändert, vielleicht aber auch den Hauptfactor für die Ausbildung des Gesteines abgegeben haben. Werde die Möglichkeit von secundären Einwirkungen auf die glasige Grundmasse der Pechsteine zugegeben, so sei damit zugleich die Möglichkeit eröffnet, dass auf solche Weise die ursprüngliche Mikrostructur alterirt oder verdeckt werde: die glasige Beschaffenheit kann übergehen in eine halbkrystallinische, krystallinische Einlagerungen können sowohl auf anfängliche Erstarrung, als auf spätere Umwandlung zurückgeführt werden.

Eine Stütze für diese, einen wichtigen Punkt betreffende Ansicht er-

---

[1]) Philosophie d. Geologie u. s. w. 144 ff. 153. 194.



blickte Vogelsang in der Thatsache, dass bei den Pechsteinen die Glasmasse oft ganz unregelmässig mit Sprüngen durchzogen ist, von welchen ausgehend man halbkrystallinische Strahlen sich in das Glas hineinziehen sieht, wodurch dasselbe völlig das Aussehen und die entsprechende Wirkung auf den Polarisationsapparat erhält, wie die Grundmasse sehr vieler Porphyre. Auch macht er darauf aufmerksam, dass sich sowohl für die Grundmasse als für die grössern Feldspathkrystalle mitunter die durch Spalten oder rothe Farbenstreifung angedeutete Richtung nachweisen lasse, welche die die Umwandlung vermittelnde Strömung eingeschlagen habe. Schliesslich werde seine Anschauung in hohem Grade durch die Wahrnehmung bestärkt, dass einzelne Theile der ursprünglichen Glasmasse, da wo sie, in einer compacten Krystallmasse eingeschlossen, durch ihre Umgebung naturgemäss gegen secundäre Einflüsse geschützt waren, auch als Glasmasse unversehrt erhalten gefunden werden, während andererseits der Einfluss einer durchsetzenden Spalte auf die Glaseinschlüsse in der Weise hervortritt, dass dieselben durch solche molecularen (nassen) Injectionen immer den nämlichen Charakter erhalten, wie ihn die umgebende Grundmasse selbst aufweist. Uebrigens will Vogelsang keineswegs darthun, dass nun alle Quarzporphyre metamorphische Pechsteinporphyre seien, sondern nur die Möglichkeit einer solchen Umwandlung und die Beobachtungsweise derselben andeuten.

Gegen die Gültigkeit dieser Anschauungsweise hat sich J. Roth ausgesprochen [1]; er verneint die Frage, ob die ältern »krystallinischen« Gesteine ursprünglich zu Glas erstarrt und erst durch spätere Molecularveränderung in ihren jetzigen Zustand gebracht seien, zu Gunsten der sofortigen Herausbildung ihrer heutigen Beschaffenheit. Freilich wird das Urtheil dieses ausgezeichneten Forschers hier nicht durch selbständige mikroskopische Untersuchungen gestützt. Ebensowenig allerdings auch das entgegengesetzte von C. Lossen, welcher bei der Besprechung der sphärolithischen Porphyre des Harzes sagt: »Dieselben gleichen so sehr gewissen sphärolithischen Obsidianlaven von Lipari, Mexico und Java, dass die Annahme nicht gewagt erscheinen dürfte, die Porphyrgrundmasse sei ursprünglich als Glas erstarrt und erst secundär durch Umlagerung der kleinsten Theilchen kryptokrystallinisch geworden« [2]. Die blosse Gegenwart der unter einander natürlicherweise höchst ähnlichen Sphärolithe zu einer solchen Schlussfolgerung zu verwerthen, scheint so lange sehr bedenklich, als nicht nachgewiesen wird, dass felsitische Erstarrung und Sphärolithbildung einander in der That aus-

1) Beiträge zur Petrographie d. plutonischen Gesteine. Abhandl. d. Berliner Akad. 1869. 83.

2) Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XIX. 1867. 14.



schliessen. Die Sphärolithe in den felsitischen Lipariten dürften aber als Beweise gegen den letztern Punkt ins Gewicht fallen.

A. Stelzner[1]) will ebenfalls bei seinen Präparaten von Porphyren des Altai und anderer Fundorte keinerlei Andeutungen dafür gefunden haben, dass dieselben entglaste Pechsteine seien.

Es ist nicht zweifelhaft, dass in den sächsischen Pechsteinen Adern, Stränge und Haufen von felsitischer Materie vorkommen, welche durchaus mit der Porphyrgrundmasse übereinstimmen. Aber die Frage, ob jene Substanz dort als ein Umwandlungsproduct des Glases aufgefasst werden muss, ist keineswegs unmittelbar zu bejahen (vgl. Porphyrpechstein). Auch die von Vogelsang betonte Anwesenheit reiner Glaseinschlüsse in dem Quarze der Porphyre scheint mit einer directen felsitischen Erstarrung der Grundmasse nicht unverträglich zu sein: Die Krystalle sind jedenfalls vor der letztern fest geworden und konnten somit füglich Partikel des umgebenden Magmas von noch völlig homogener Beschaffenheit in sich einhüllen und isolirt glasig erstarren lassen, während der vorwaltende, unter sich eine zusammenhängende Masse darstellende und langsam festwerdende Grundteig zwar ursprünglich, aber in einem spätern Acte eine abweichende Ausbildung erlangte. Verführerisch ist zwar auf den ersten Blick die von Vogelsang hervorgehobene unbestreitbare Thatsache, dass die von Spältchen getroffenen Glaseinschlüsse im Gegensatz zu den unzugänglichen felsitähnlich verändert sind. Allein die Möglichkeit einer Umwandlung von Glas in Mikrofelsit soll in der That nicht bestritten werden; es ist nur fraglich, ob das Schicksal dieser metamorphosirten Einschlüsse für die Erklärung der Beschaffenheit der compacten, nicht durchspalteten und namentlich in ihrer Zusammensetzung so gleichmässig ausgefallenen Porphyr-Grundmasse verwerthet werden kann, ob das, was für das eine gilt, auch für das andere angenommen werden muss. Ein — förmlich gerade das Umgekehrte vorführender — Umstand scheint mehr wie irgend ein anderer dazu angethan, die Natur der Grundmasse als eine ursprüngliche zu kennzeichnen: Das oftmalige Vorkommen durchaus damit übereinstimmender und völlig isolirter mikrofelsitischer Einschlüsse inmitten compacter Quarze, zu welchen kein Spältchen hinzugeleitet und welche hier entschieden nicht Producte einer secundären Entglasung sein können; sie erweisen es, dass zur Zeit der Quarz-Ausscheidung Felsitmaterie um ihn her schon zugegen war. Ferner mag noch hinzugefügt werden, dass, wären die Felsitporphyre anfänglich pechsteinähnlich erstarrt, wohl häufig grössere unversehrte Glasstellen in ihnen immerhin gefunden werden müssten, nach denen man aber vergeblich sucht.

Vielleicht mag man noch ein anderes Moment zur Unterstützung der

[1]) Petrogr. Bemerkungen über Gesteine des Altai. 1871. 24.



Ansicht von der Ursprünglichkeit geltend machen können. Aus dem Umstand, dass die Quarze der Porphyre so reichlich, diejenigen im Pechsteinglase (fast) niemals Flüssigkeitseinschlüsse enthalten, darf man wohl schliessen, dass beiderlei Krystalle in einem Medium gebildet wurden, welches schon bei der anfänglichen Verfestigung abweichende Beschaffenheit annahm. Es ist vielleicht erlaubt zu behaupten, dass, wenn die Quarze der Porphyre auch ursprünglich von Glas umgeben gewesen wären, wir in ihnen — wie es für den Pechstein der Fall — Flüssigkeitseinschlüsse vermissen müssten.

Da nun andererseits die Liparite uns Thatsachen an die Hand geben, nach denen an der directen Mikrofelsit-Bildung nicht gezweifelt werden kann (vgl. z. B. Phil. d. Geolog. 197. 198)[1]), so ist es angesichts dieser und obiger Verhältnisse wohl rathsamer, dieselbe auch für die Porphyre anzunehmen. Die Grundmasse der letztern könnte möglicherweise auch durch metamorphische Umbildung einer hyalinen Substanz entstanden sein; aber nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse ist die Voraussetzung der ursprünglichen Ausbildung ihrer Beschaffenheit einerseits einfacher und näherliegend, andererseits wahrscheinlicher und zudem durch keinen zwingenden Umstand widerlegt. Selbstverständlich ist es bei dieser Ansicht nicht ausgeschlossen, dass nachträgliche Umwandlungsvorgänge in den Quarzporphyren gespielt haben, für welche insbesondere die Natur der Feldspathe genug Beweise liefert.

Die Gestalt der Quarze in den Quarzporphyren ist sehr verschieden. Es gibt Gesteine, in denen dieser Gemengtheil von ganz unregelmässigen Flächen begrenzt wird, wo kein Winkel an die Quarzform erinnert. Andererseits solche, wo fast jedes Individuum sich als unverkennbares Dihexaëder darstellt; die letztern, an denen fast niemals auch die Prismenflächen ausgebildet sind, besitzen, wie bekannt, meist nicht scharfe, sondern abgerundete Ecken und Kanten und liefern somit im Durchschnitt Rhomben mit rundlichen Ecken oder mehr oder weniger regelmässige abgerundete Hexagone; so in den Porphyren von Kreuznach, in dem von Hilbersdorf bei Freiberg, nach Vogelsang namentlich in denjenigen, welche überhaupt nur wenig Quarz in kleinen Individuen führen. Vielfach dringt die Grundmasse in stumpfeckigen oder rundlichen Buchten oder in Spalten oft tief in das Innere der Quarzdurchschnitte ein.

Häufig geben sich die unregelmässig begrenzten isolirten Quarzkörner

1) So sagt auch Vogelsang bei der Beschreibung der felsitischen Liparite Ungarns: »La constitution microscopique des roches, aussi bien que leur aspect général de matières absolument fraiches et inaltérées repousse la supposition que la pâte aurait d'abord éprouvé la solidification vitreuse et qu' ensuite par une lente transformation moléculaire elle serait arrivée a son état actuel«. (Archives néerlandaises, tome VII. 1872).

u. d. M. als ursprünglich zusammengehörige, aber gegenseitig verschobene oder auseinandergetriebene Stücke eines zerspalteten grössern Individuums zu erkennen. Bald sind die Fragmente zwar durch Streifen von Grundmasse getrennt, liegen indess doch noch, wenn auch mit verrückter Stellung, so nahe beisammen, dass sich aus ihrer Gesammtform die abgerundete Gestalt des ursprünglichen Krystalls reconstruiren lässt (z. B. Porphyre von Halle, der von Gottesberg in Sachsen, von Meggen in Westphalen nach Vogelsang; vgl. auch Fig. 70 b. auf S. 286). Bald aber sind die einzelnen Bruchstücke der Quarzkrystalle so weit und nach abweichenden Richtungen auseinander gedrängt, dass die Entfernung von zwei einstmals verbunden gewesenen Fragmenten grösser ist als die zwischen Bruchstücken verschiedener Individuen, oder dass man überhaupt den ursprünglichen Zusammenhang der Stücke nur selten oder gar nicht ermitteln kann. »Man kann dann häufig an den Stücken noch einen oder ein paar Krystallwinkel erkennen, andere aber sind scharfkantige durchaus unregelmässige Bruchstücke, die man sich oft aus relativ weiter Entfernung zusammensuchen müsste, wie die Stücke eines Geduldspiels, um ein ursprüngliches Krystallindividuum herauszuconstruiren« (Vogelsang). Doch scheint es wohl nicht zulässig zu sein, gerade alle unregelmässig begrenzten Quarzdurchschnitte in diesen Porphyren als Fragmente zu betrachten. Spricht sich in der Abrundung der Dihexaëderkanten und -Ecken der verstümmelnde, die Krystallisation hemmende Einfluss der umgebenden Grundmasse aus, so kann der letztere auch wohl von lauter unregelmässigen Druckflächen begrenzte Individuen zu Wege bringen.

Auch hier sind ähnlich, wie bei den Graniten (vgl. S. 318) manche grössere Quarzpartieen, welche in gewöhnlichem Licht vollständig einheitlich erscheinen, aus mehrern Körnern zusammengesetzt, da sie bei gekreuzten Nicols ein mosaikähnlich buntfarbiges Bild erzeugen. Nur selten ist der Quarz äusserlich nicht von einer scharfen Randlinie begrenzt, wie im Porphyr vom Donnersberg in der Pfalz, wo er anscheinend in die benachbarte Grundmasse hinein verschwimmt.

Die Mikrostructur dieser Porphyr-Quarze ist im allgemeinen von derjenigen der granitischen und der trachytischen nicht unwesentlich verschieden: sie enthalten gewöhnlich neben zahlreichen Flüssigkeitseinschlüssen ausgezeichnete Glaseinschlüsse, während der Regel nach in den Quarzen der Granite die letztern, in denen der Trachyte und Liparite die erstern vermisst werden; von den Granitquarzen weichen diejenigen der Quarzporphyre auch noch dadurch ab, dass sie so oft und stellenweise so reichlich Einschlüsse der felsitischen Grundmasse führen.

Die bläschenführenden Glaseinschlüsse im Quarz sind oft ganz irregulär geformt, oft aber auch recht vortrefflich in die Dihexaëder-Gestalt hineingebracht (vgl. S. 68), z. B. Porphyre von Halle (0.006—0.008 Mm. gross),

von der Nahe, aus Baden; Cohen beobachtete in einem 0.6 Mm. grossen Quarzkrystall aus dem ältern Porphyr vom Kirchberg im Odenwald sieben regelmässige Glasdihexaëder mit unverhältnissmässig grossen Gasbläschen; die grössten Einschlüsse messen 0.072 Mm., die Bläschen 0.03 Mm.[1]). Das directe in genetischer Hinsicht so wichtige Nebeneinandervorkommen von Glaspartikeln (welche oft die auf S. 71 erwähnte Erscheinung des durchschnittenen Bläschens aufweisen) und Flüssigkeitseinschlüssen mit wackelnden Libellen ist nirgends so gut zu gewahren, wie in den Quarzen des röthlichen Porphyrs von Halle. Eigenthümlich sind aus der Grundmasse hervortretende selbst mikroskopische Quarzkörner von wenigen hundertstel Mm. Durchmesser, welche einen verhältnissmässig übergrossen Glaseinschluss besitzen. Ueber die Umwandlung der Glaskörner in einer mikrofelsitischen Substanz vgl. S. 329.

Auch die Flüssigkeitseinschlüsse im Quarz sind mitunter dihexaëdrisch geformt, so z. B. in dem Porphyr von Withiel in Cornwall, welcher überhaupt eine ganz enorme Menge grosser liquider Partikel (darunter Einschlüsse bis zu 0.05 Mm. lang, 0.025 Mm. breit) in sich beherbergt; über manche mit hexagonalem Umriss verläuft ein sechsstrahliger Stern, entsprechend den Dihexaëder-Polkanten (S. 46 und Fig. 11); roh dihexaëdrisch sind nach Vogelsang die im Quarz des Porphyrs vom Monte Cinto auf Corsica[2]).

In den Quarzen von Odenwälder Porphyren beobachtete Cohen[3]) haar- oder strichähnliche lange und dünne (z. B. 0.235 Mm. lange, 0.0008 Mm. breite) trichitähnliche Gebilde, welche schwarz und opak oder bräunlich durchscheinend, theils einzeln zerstreut, theils zu Flockenhäufchen vereinigt sind. Der Quarz (selten auch der Feldspath) schliesst sie fast immer in der Nähe des Randes ein, bisweilen ragen sie auch aus der Grundmasse in den Krystall hinein. In ungeheurer Zahl liegen sie im Quarz des Porphyrs vom Edelstein, wo sie sich mitunter, einer Schnur schwarzer Perlen ähnlich, bei starker Vergrösserung zu gleich grossen und gleich weit von einander entfernten Pünktchen von kaum 0.0003 Mm. Durchmesser auf-

---

[1]) a. a. O. S. 23.

[2]) Vogelsang hielt es 1867 für wahrscheinlich, dass bei den porphyrartigen Gesteinen die nach seiner Annahme vorwaltend auf Spaltungsebenen gelegenen Flüssigkeitseinschlüsse nichts anderes sind, als ursprüngliche Glaseinschlüsse, aus denen aber die Glassubstanz durch wässerige Flüssigkeiten gänzlich zersetzt und weggeführt worden ist. Das Gasbläschen habe durch die Spaltung nicht entweichen gekonnt und stelle somit den letzten Rest des ehemaligen vulkanischen Magmas dar (Philos. d. Geologie 196). Es mag um so eher unterbleiben, die hohe Unwahrscheinlichkeit dieser Erklärung kritisch zu beleuchten, als ihr Urheber, dem es gelang, flüssige Kohlensäure unter den liquiden Einschlüssen nachzuweisen, dieselbe längst zu Gunsten der natürlichern von der Ursprünglichkeit dieser Gebilde aufgegeben haben wird.

[3]) a. a. O. 32. 82.

lösen. — In dem Porphyr vom Nordabhange des Glamig auf der schottischen Insel Skye zeigt sich die eigenthümliche Erscheinung, dass die spärlich vorhandene felsitische Masse von mikroskopischen, dünnstengeligen und scharf krystallisirten Quarz-Individuen, welche streng parallel gestellt sind, schriftgranit-artig durchwachsen ist[1]).

Die Orthoklase und Plagioklase der Quarzporphyre sind gewöhnlich denen der Granite recht ähnlich, trübe und wenig pellucid; doch führen die erstern Gesteine in reichlicherm Maasse Erscheinungen vor, welche darauf deuten, dass diese Krystalle einstmals ziemlich klar und pellucid adularähnlich gewesen sind (vgl. S. 127). Es finden sich sowohl durch und durch farblose und wasserklare Orthoklase, welche auch makroskopisch einen starken Glasglanz besitzen (wie deren Cohen aus den Porphyren im Rothliegenden vom Kirchberg und Leichtersberg im Odenwald anführt), als daneben vielfache Uebergänge zwischen dieser und der gewöhnlichen trüben Ausbildung. Mit den durch moleculare Veränderungen hervorgebrachten trüben Stellen im Orthoklas, die auch bei sehr starker Vergrösserung ein verwaschenes Bild geben, sind übrigens, wie schon Cohen mit Recht hervorhebt, andere nicht zu verwechseln, welche als ursprüngliche Bildung aufzufassen sind. Cohen's Meinung, dass sie durch eingelagerte glasige Einschlüsse und Gasporen erzeugt werden, ist gewiss vollständig begründet.

Bisweilen ergeben sich die noch halbwegs frischen Feldspathe in beträchtlicher Menge durch Körner, Schuppen oder Mikrolithen anderer Gemengtheile verunreinigt. So starren die Orthoklase und Plagioklase eines dunkeln Porphyrs von Joachimsthal von kleinsten lichtbraunen Magnesiaglimmer-Lamellen; ein Porphyr vom Irishman Point auf Skye (Schottland) führt in seinen monoklinen und triklinen Feldspathen sehr reichliche Körnchen eines grünen Minerals, welches als selbständiger säulenförmiger Gemengtheil so dichroitisch ist, dass es als Hornblende gelten muss.

Der Magnesiaglimmer, der mitunter makroskopisch in Quarzporphyren vorkommt, liefert dunkelbraune, lamellare Durchschnitte, welche, wie schon Laspeyres und Cohen berichten, oft von einer schmalen entfärbten Zone der Grundmasse umgeben sind. Die grössern Blättchen erscheinen manchmal rundlich gebogen oder fast scharf geknickt. Höchst reich an Magnesiaglimmer ist u. a. ein dunkler Quarzporphyr von Joachimsthal in Böhmen; die grössern Lappen und Fetzen desselben sind mit kleinen Blättchen derselben Art nach allen Richtungen kreuz und quer durchspickt; die winzigen isolirten bräunlichgelben Schüppchen werden bis wenige Tausendstel Mm. klein. Etwas ärmer an Glimmer, aber doch noch immer verhältnissmässig sehr reich daran erweist sich der Quarzporphyr vom Donnersberg in der Pfalz, in welchem der Gemengtheil auch makroskopisch hervortritt; ihm schliessen sich in die-

[1]) F. Z., Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXIII. 1871. 89.

ser Beziehung Porphyre aus der Gegend von Kreuznach an. In den ältern Porphyren des Odenwaldes beobachtete Cohen (a. a. O. 32) in ungeheurer Menge theils rhombisch, theils hexagonal, theils unregelmässig, aber immer scharf begrenzte Lamellen, welche vollständig durchsichtig und schwach grünlich gefärbt, stark polarisiren; die grössten haben etwa 0.02 Mm. Durchmesser. Auch diese Blättchen erachtet der genannte Forscher für Glimmer, da er genau dieselben Erscheinungen erhielt, als Glimmer aus den Gesteinen in Canadabalsam eingerührt wurde.

Magneteisen kommt unzweifelhaft als mikroskopischer Gemengtheil von Quarzporphyren vor. Dennoch würde man sehr irren, wenn man alle jene kleinen opaken und dunklen Körperchen von schwarzer oder braunschwarzer Farbe, wie dieselben in diesen Gesteinen so weit verbreitet sind, für Magneteisen halten wollte. Meistens unregelmässig gestaltet, hin und wieder mit verwaschenem Umriss, werden sie bisweilen von einem hellern bräunlichen Hof umringt. Grösstentheils sind es wohl Eisen- oder Manganverbindungen, insbesondere wahrscheinlich Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat. Bisweilen umzingeln diese rundlichen Körnchen kranzförmig den Quarz oder Feldspath. Ein Theil derselben mag als ein Umwandlungsproduct des Magneteisens aufgefasst werden müssen, wie denn Vogelsang im Porphyr von Dossenheim braunes Eisenoxydhydrat als Pseudomorphose in der Form des Magneteisens beobachtete [1]. Diese Gebilde finden sich vorzugsweise in den graulichen Porphyren und fehlen gewöhnlich innerhalb der einigermaassen intensiv rothgefärbten. Diese letztern haben ein mehr rothes, bräunliches oder rostfarbenes Pigment. Der Annahme, dass alle diese färbenden, jedenfalls stark eisenhaltigen Substanzen sammt und sonders nur durch eine während langer Zeit wirkende Umwandlung aus ursprünglichem Magneteisen hervorgegangen seien, stehen die Beobachtungen entgegen, dass einerseits in den mindestens eben so alten Grünsteinen sich das Magneteisen noch durchaus unalterirt findet, andererseits jene Farbstoffe sich auch in den viel jüngern Trachyten und Lipariten einstellen, welche überhaupt kaum spurenhafte Veränderungen erfahren haben können.

Einigermaassen reich an Hornblende sind nur wenige Quarzporphyre, wenn auch spärlich vertheilte Mikrolithen dieses Minerals nicht selten vorkommen. Viel Hornblende führen die mit quarzhaltigen Syeniten verbundenen Porphyre des mittelsten Theils der Insel Skye [2], ferner der S. 327 erwähnte sog. Hornsteinporphyr von Mockzig bei Altenburg.

Apatit wird mikroskopisch in unvermuthet vielen Quarzporphyren nachgewiesen, und es scheint fast, als ob den meisten Vorkommnissen dies Mi-

---

[1]) Philos. d. Geologie 193.
[2]) Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXIII. 1871. 88.

neral nicht fremd sei, obschon es unter den makroskopischen Gemengtheilen gar nicht aufgeführt zu werden pflegt, und sich unter den 60 Bauschanalysen dieser Gesteine nur 2 finden, in denen Spuren von Phosphorsäure angegeben sind. So führt z. B. der Porphyr von Halle[1] Apatit sowohl eingewachsen im Feldspath als in der Grundmasse, als in den unförmlichen braunen Körpern, welche wahrscheinlich umgewandelte Hornblende darstellen; ferner der von Altenberg und Mohorn in Sachsen, aus dem Pellegrino-Thal in Südtyrol, von der Case de Broussette bei Gabas in den Pyrenäen; ein grösseres Hornblende-Individuum im Porphyr vom Nordabhang des Glamig auf Skye war von nicht weniger als 22 Apatitnadeln nach allen Richtungen durchstochen.

Diallag wurde ganz kürzlich auch als Gemengtheil von Quarzporphyren aufgefunden. In dem durch seine starkglänzenden und wasserklaren Krystalle ausgezeichneten Gestein mit grünlicher splitteriger Grundmasse aus den Steinbrüchen von Crasdorf bei Taucha unfern Leipzig (nach Naumann's Ortsangabe) beobachtete Tschermak u. d. M. den Diallag als grüne kurze Säulchen, welche im Quer- und im Längsschnitt die Umrisse des Augits erkennen lassen, aber fast immer eine ungemein feine, jedoch scharf ausgeprägte Liniirung zeigen, zwischen gekreuzten Nicols eine schiefe Orientirung der Hauptschnitte ergeben und bei der Untersuchung mit Einem Nicol nur einen schwachen Dichroismus aufweisen, welcher zwischen einem mehr gelblichen Grün und Smaragdgrün schwankt[2]. Genau dasselbe faserige grüne Mineral findet sich in einem Dünnschliff mit der Bezeichnung »Felsitporphyr von Wurzen«[3]; hier ist es von Quersprüngen durchzogen, längs deren es ganz olivinähnlich in eine schmutzig dunkelgrüne Masse umgewandelt erscheint; äusserlich gleicht es sehr dem Enstatit aus dem Ilfelder Melaphyr. Auch dieses Präparat führt völlig wasserklare Feldspathe, darunter schöne Plagioklase und ist apatitreich wie das von Tschermak beschriebene Vorkommniss; ferner zeigt sich Magnesiaglimmer, dessen braune Lamellen ausserordentlich stark mit Quarzkörnchen gespickt sind. Bis jetzt war der Diallag blos als Gemengtheil quarzfreier Gesteine bekannt, und mit ihm ist nun dasselbe erfolgt wie mit dem verwandten Augit, welcher auch anfänglich die Gegenwart des Quarzes durchaus zu fliehen schien, allmählich aber doch hin und wieder in quarzführenden Felsarten nachgewiesen wurde.

Wie es nach den neuern Untersuchungen von Cohen und Stelzner scheint, müssen die sog. kugeligen Porphyre und die sphärolithischen be-

---

1) Dies ist einer der beiden Porphyre, in welchem Laspeyres richtig den Phosphorsäuregehalt aufgefunden hat, ebendas. XVI. 1864. 423.

2) Mineralog. Mittheilungen, gesammelt von Tschermak 1873. I. Heft. 48.

3) Nro. 8 der ersten Sammlung von Gesteins-Dünnschliffen, angefertigt von R. Fuess in Berlin (vgl. S. 14).

züglich ihrer Structur aus einander gehalten werden. Die erstern bestehen ganz oder theilweise aus Kugeln von concentrisch-schaaliger, häufig auch zugleich grob-radialfaseriger Beschaffenheit, in deren Centrum sich oft ein Hohlraum ausbildet. Diese Kugeln, deren Durchmesser von Faustgrösse bis zu einem Millimeter herabsinkt, erweisen sich u. d. M. zum grössten Theil aus regelmässig angeordneten individualisirten Bestandtheilen zusammengesetzt. Mitunter hat man Gesteine dieser Art, namentlich solche mit kleinern Kügelchen sphärolithische Porphyre genannt. Allerdings gleichen äusserlich diese Kügelchen sehr den eigentlichen Sphärolithen der glasigen und halbglasigen Gesteine; indessen weicht ihre Mikrostructur bedeutend von der der letztern ab, welche auch nie einen centralen Hohlraum entwickeln. In den Porphyren kommen nun auch diese ächten wirklichen bis erbsendicken Sphärolithe wie in den Obsidianen und Perliten vor, deren Substanz im Gegensatz zu den Kugeln u. d. M. als eine radial struirte Felsitmasse erscheint. Die Sphärolithe finden sich zum Theil allein in den Porphyren, zum Theil stellen sie sich aber auch in den Kugelporphyren ein. Trotz der verschiedenen Zusammensetzung sind aber, wie Cohen mit Recht bemerkt, beide Bildungen als verwandte Erscheinungen aufzufassen, indem sie einer von einem Centrum aus wirkenden concretionären Kraft ihre Entstehung verdanken. Vogelsang würde sie nach S. 287 beide als Sphärolithe bezeichnen und die erstern Granosphärite und Belonosphärite, die letztern Felsosphärite nennen.

Die makroskopischen Kugeln, welche Cohen aus den Porphyren des südlichen Odenwalds (Steinsberg, Wendenkopf, Oelberg, Spornberg) beschreibt [1]), sind u. d. M. durch eine feine Umsäumung dunkelbrauner bis schwarzer Pünktchen von der Grundmasse getrennt. Der so abgegrenzte Raum besteht aus einem Kern und mehrern Zonen, zwischen welchen zuweilen noch ein aus grössern getrennten dunkeln Körnern gebildeter Ring liegt. Der Kern verhält sich meistens wie gewöhnliche trübe Grundmasse. In den Zonen, deren Breite in einem Fall 0.2 bis 0.3 Mm. beträgt, erkennt man im gewöhnlichen Licht hellere und dunklere leistenförmige Partieen, die im Einzelnen nicht sehr regelmässig verlaufen, im Ganzen betrachtet, aber doch deutlich concentrisch angeordnet sind. Die hellern erweisen sich im polarisirten Licht als Quarz mit glasigen und flüssigen Einschlüssen. Andere Kugeldurchschnitte bestehen aus einer grobkrystallinischen, prachtvoll polarisirenden Masse, die wie ein unvollkommen kreisförmig gruppirtes Mosaik erscheint, während nach dem Centrum zu die Structur immer feiner krystallinisch wird. Noch andere beherbergen in grosser Menge unregelmässig begrenzten Quarz, bald gemeinschaftlich mit Feldspathlamellen büschelförmig angeordnet, bald in halbmondförmigen Leisten mit

[1]) a. a. O. 89.

einem fein gefranzten Rand, bald in leistenförmigen Partieen, die sich aus einzelnen Körnern zusammensetzen.

Kugelige Concretionen innerhalb einer anders gefärbten Grundmasse führende Porphyre sind nach Stelzner[1]) im Altai manchfach verbreitet. Am Korgon kommen solche vor, welche in einer violetbraunen Grundmasse 5 Mm. bis 1 Cm. grosse weisse blassrothe oder graue Concretionen enthalten, die stellenweise in einander verfliessen. Wo diese Kugelgebilde am complicirtesten zusammengesetzt sind, zeigen sie ein kleines schwarzes punktförmiges Centrum und eine scharf sich hervorhebende schwarze Umsäumung, welche sich u. d. M. in eine besonders reichliche Anhäufung schwarzer Körnchen und Flecken auflöst; die helle Hauptmasse der Kugelquerschnitte ergibt im polarisirten Licht eine gröber krystallinisch-körnige Substanz, welche in der Nähe des Centrums eine radiale Structur zeigt, dieselbe aber nach aussen hin allmälig verliert. In die Concretionen, welche auch schwarze nadelförmige Mikrolithen enthalten, ragen bisweilen aus der Porphyrgrundmasse vereinzelte bis 1 Mm. grosse Plagioklase hinein, und dort fehlt die sonst stets vorhandene schwarze Einfassung der Kugeln gänzlich; letztere sind demnach jüngere Gebilde als die selbständigen Feldspathe des Gesteins.

Andere ausgezeichnete, aber noch nicht mikroskopisch untersuchte Kugelporphyre finden sich am Schneekopf, Regenberg, Meisenstein u. a. O. im Thüringer Wald, Hauskopf bei Oppenau und Gunzenbach unfern Baden im Schwarzwald. Ueber den sog. Pyromerid aus den Umgebungen von Osani und Curzo auf Corsica hat Vogelsang Mittheilungen gemacht[2]).

Was die Quarzporphyre mit wirklichen eigentlichen Sphärolithen betrifft, so hat zuerst Stelzner[3]) Vorkommnisse derselben aus dem Altai mit einer sphärolithischen Structur der ganzen Grundmasse untersucht, welche dem blossen Auge nicht durch Farbenunterschiede sichtbar wird, sondern erst u. d. M. bei polarisirtem Licht hervortritt. Die scheinbar ganz homogene dunkel braunrothe Grundmasse eines Porphyrs vom Korgon mit kleinen weissen Plagioklasen und Quarzen besteht im Dünnschliff aus einem lichten, stark durchscheinenden Haupttheil, durchzogen von Adern und Streifen von Eisenoxyd. Diese helle Masse wird durchgängig aus kleinen bis 0.16 Mm. dicken Concretionen oder Kügelchen zusammengesetzt, deren Durchschnitte ein schwarzes punktförmiges Centrum, darum eine breite lichte concentrische Zone, aussen eine feine dunkle Randlinie aufweisen. Opake Körnchen sind es, die sich zu dem Kern und der Umrandung zusammen-

---

1) a. a. O. 29.

2) Niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilkunde 6. Aug. 1862.

3) a. a. O. 31.



schaaren. Die helle, fast farblose Mittelzone ist radial strahlig und bietet im polarisirten Licht eigenthümliche Farbenerscheinungen dar. Bei gekreuzten Nicols erblickt man ein schwarzes, ringsum blau gesäumtes Kreuz, welches beim Drehen des obern Nicols ohne sich selbst zu bewegen sehr bald verschwindet. Dieses feststehende Kreuz findet, wie Groth mit Recht bemerkt, seine einfache Erklärung in der radial strahligen Structur der Kugeldurchschnitte, wobei die Hauptschwingungsrichtungen der einzelnen doppeltbrechenden Fasern für den hier in Frage kommenden Strahl parallel und rechtwinkelig zur Längsaxe der Fasern stehen. Bei der dies schwarze Kreuz zum Verschwinden bringenden Drehung des obern Nicols entsteht nun eine zweite Interferenzfigur in der Complementärfarbe des blauen Saumes, ein gelbes, in der Mitte nicht geschlossenes Kreuz, welches sich in der Richtung der Nicoldrehung, aber nur mit halber Winkelgeschwindigkeit, mitdreht. Bei parallelen Nicols ist dieses letztere bewegliche Kreuz im Maximum der Dunkelheit und Färbung, bei fast rechtwinkelig gestellten taucht es unter das dann wieder hervortretende schwarze unter.

In der blaugrauen, dicht erscheinenden Grundmasse eines altaischen Porphyrs vom Tscharisch sieht man im Dünnschliff zahlreiche kreisförmige lichtere Flecken (bis zu 0.8 Mm. im Durchmesser), bestehend aus einem Gewirr prismatischer Kryställchen mit anscheinend quadratischem Querschnitt von etwa 0.02 Mm. Seitenbreite, welche im Innern ähnlich wie Chiastolith oder manche Apatite eine dunkle prismatische, ebenfalls viereckige Längsaxe aufweisen. Die Quarzkrystalle dieses Porphyrs sind zunächst von einer felsitischen Rinde eingesäumt, um welche sich aussen eine radiale Zone herumlegt, die aus ähnlichen prismatischen Gebilden zusammengesetzt ist, wie sie auch jene selbständigen Sphärolithe constituiren.

In den Porphyren des südlichen Odenwalds treten die eigentlichen Sphärolithe ausser in den oben erwähnten Kugelporphyren noch am Apfelskopf und am Edelstein auf; ihr Durchmesser ist meist gegen 0.1 Mm. gross, steigt aber mitunter bis zu 0.3 Mm. Bei gekreuzten Nicols zeigen sie nach Cohen ebenfalls das schwarze Kreuz, aber ohne farbigen Rand. Das Centrum besteht meistens aus einigen grössern oder vielen kleinern durchsichtigen, mehr oder minder scharf begrenzten, polarisirenden Körnchen und einer sehr schwach polarisirenden trüben Ausfüllungsmasse mit kleinen eingestreuten braunen Pünktchen. An diesem Kern setzen zuweilen alle vier Arme des Kreuzes ab, oder zwei berühren sich, die beiden andern nicht, oder alle vier haben, wie bei denen aus dem Altai, einen gemeinschaftlichen Schnittpunkt. Den Kern umgibt eine gleichartig erscheinende schwach polarisirende Zone, die meist erst bei stärkster Vergrösserung radialfaserige Structur erkennen lässt. Aber selbst dann wird



die Structur bei gekreuzten Nicols nur durch sehr feine, lichtere und dunklere Streifen angedeutet, deren Intensitätsunterschied sehr unbedeutend ist. Etwas deutlicher und schon bei geringerer Vergrösserung erkennbar wird die Structur, wenn kleine dunkle Pünktchen mit radialer Anordnung eingelagert sind, oder wenn in Folge von molecularen Veränderungen bräunliche nicht polarisirende Radien mit hellern polarisirenden wechseln. In einigen Fällen beobachtete Cohen, dass sich zwischen dem dunklen Kern und der radialstrahligen Umgebung ein heller, etwa 0.006 Mm. breiter stark polarisirender Ring scharf abhebt.

Hierher gehört auch der von Samuel Allport beschriebene »Globular felsite«, welcher bei Corriegills auf Arran in der Nähe des Pechsteins einen Gang bildet[1]. Andere Felsitporphyre, welche als sphärolithische aufgeführt werden, vom Regenberg bei Friedrichsroda und vom Dellberg bei Suhl im Thüringer Wald, von Höchstedt im Fichtelgebirge, von Waldenburg in Schlesien und Wunnenheim bei Sulz in den Vogesen harren noch der Untersuchung, bei welcher sie sich vielleicht zum Theil als Kugelporphyre herausstellen werden.

Wie die felsitische Grundmasse der Quarzporphyre, so ist auch die blos daraus bestehende Substanz des Felsitfels und der Hälleflinta von abweichender mikroskopischer Beschaffenheit, aber es scheint nach den bisherigen Beobachtungen, dass bei ihnen die körnige Mikrostructur sogar am häufigsten entwickelt vorliegt. Ein graulich röthlicher, etwas durchscheinender Felsitfels aus Schweden (kein Hornstein, da er ohne sonderliche Schwierigkeit vor dem Löthrohr schmolz) ergab sich u. d. M. als ein reines Gemenge von rundlichen und eckigen polarisirenden Körnchen, zwischen denen keinerlei amorphe, einfachbrechende Substanz hervortrat. Von den Partikeln, durchschnittlich 0.02 Mm. gross, mögen die lebhaft chromatisch polarisirenden dem Quarz, die zwischen den Nicols schwächer farbig wirkenden, übrigens auch im gewöhnlichen Licht ziemlich pelluciden, dem Feldspath angehören. Eine weiss, grau in verschiedenen Tönen und fast schwarz bandweise gestreifte Hälleflinta von Dannemora in Schweden ist gleichfalls ein durchaus mikroskopisch feinkörniges Gemenge; die abweichende Farbenstreifung rührt daher, dass unbestimmbare schmutzig grünlichgraue Stäubchen und Körnerhäufchen sowie dunkle Partikelchen in der fast farblosen, im polarisirten Licht krystallinisch beschaffenen Hauptmasse schichtweise in abwechselnder Menge eingewachsen sind.

---

[1]) Geological magazine IX. 1872. Nro. 12, wo es in Uebereinstimmung mit der obigen Charakterisirung heisst: »the matrix has a felsitic structure and some of the spheres are also composed of portions of the same substance, which have however undergone a process of aggregation and radial arrangement in globular masses; but the felsitic structure is still quite as evident as in the base«.



Liparit (Quarztrachyt, Rhyolith).

Als Liparit sind hier die äusserlich nicht glasigen oder halbglasigen kieselsäurereichsten Gesteine jüngern Alters zusammengefasst [1]. Der Name Quarztrachyt empfiehlt sich für dieselben weniger, weil viele davon keinen nachweisbaren Quarz in sich enthalten. Die Liparite schliessen sich makroskopisch und mikroskopisch, nicht minder auch in chemischer Hinsicht auf das innigste an die Quarzporphyre an, als deren unmittelbare jüngere nur durch das geologische Alter verschiedene Fortsetzung sie gelten müssen.

Die Quarze der Liparite unterscheiden sich u. d. M. von denen der Granite durch die Gegenwart glasiger und das Fehlen der liquiden Einschlüsse, von denjenigen der Quarzporphyre dadurch, dass in den letztern glasige und flüssige Einschlüsse neben einander vorkommen (vgl. S. 332). Quarze mit den ausgezeichnetsten, oft scharf dihexaëdrisch gestalteten hyalinen Partikeln führen z. B. die Liparite von Eisenbach bei Schemnitz in Ungarn, von der Baula im westlichen Island [2]; oft sitzt hier das Bläschen aussen am Rande des Einschlusses, in dessen Innerm sich schwarze gekrümmte trichitische Nädelchen ausgeschieden haben. In einem 0.045 Mm. breiten Quarz der Baula waren in einer Ebene 11 Glasdihexaëder zu erblicken; das Gestein lässt sich so dünn schleifen, dass weder über noch unter den Einschlüssen mehr Quarzsubstanz liegt, weshalb dieselben, ihre amorphe Natur erweisend, zwischen gekreuzten Nicols völlig dunkel werden. Bemerkenswerth ist, dass hier die Feldspathe diese Gebilde fast gar nicht enthalten, während nur wenige der Tausende von Quarzen frei davon befunden wurden. Besonders schön sind auch die von Vogelsang beschriebenen und abgebildeten Glasdihexaëder in den Quarzen des trachytischen Porphyrs von der Cima di Potosi in Bolivia (die grössten 0.005—0.006 Mm. lang); die innere Hohlkugel wird bisweilen so gross, dass das Dihexaëder sie ringsum zu tangiren scheint; die von einem Spältchen getroffenen ursprünglich hyalinen Einschlüsse sind felsitähnlich umgewandelt [3].

Bis jetzt ist unter allen Lipariten nur ein Vorkommniss bekannt geworden, dessen Quarz flüssige Einschlüsse beherbergt: in den kleinen Quarzkrystallen, welche in einigen der dichten Gesteine der Insel Ponza liegen, beobachtete Sorby wohlerkennbare derselben von meist sehr flacher

---

1) J. Roth, der Urheber des Namens Liparit, rechnet dazu auch die chemisch und geologisch zugehörigen glasigen und halbglasigen Glieder Obsidian, Perlit u. s. w. Beiträge zur Petrographie d. pluton. Gesteine. Berlin 1869. 161.

2) Dies ist dasjenige Gestein, welches Forchhammer, Genth und Sartorius v. Waltershausen für ein einfaches Mineral, einen höchst kieselsäurereichen Feldspath (Baulit, Krablit) erachteten.

3) Philos. d. Geologie u. s. w. 1867. S. 184; Taf. X.



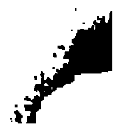
Gestalt mit beweglicher Libelle, welche bei besonderer Lage des Einschlusses das Licht total reflectirte[1].

In vielen Lipariten, welche makroskopisch keinen Quarz enthalten, steckt derselbe mikroskopisch in der Grundmasse; so enthält z. B. derjenige n.ö. von Muszaj, s. ö. von Béreghszász in Ungarn eine ungeheure Anzahl kleinster, aber sehr scharf krystallisirter Quarze in sich Manchen Gesteinen fehlt aber erkennbarer Quarz selbst u. d. M. gänzlich, u. a. dem dünn säulenförmig abgesonderten Liparit von Shipley auf der westindischen Insel St. Thomas; bei ihnen ist es zweifellos die mikrofelsitische Grundmasse, welche den hohen Kieselsäuregehalt der Bauschanalyse hervorruft. Die grössern Quarzkrystalle des Liparits weisen übrigens oftmals dieselben Erscheinungen des Zerbrochenseins auf, welche für diejenigen der so ähnlichen Quarzporphyre auf S. 332 angeführt wurden. Mikroskopischer Tridymit von den S. 111 geschilderten Eigenschaften ist hin und wieder z. B. in Vorkommnissen Ungarns und der Euganeen vorhanden.

Neben dem Sanidin erscheint auch fast stets Plagioklas. Die Feldspathe, insbesondere die orthoklastischen sind manchmal aus einzelnen farblosen, im Durchschnitt rahmenähnlichen Schichten zusammengesetzt, vielleicht nicht so oft, wie innerhalb der quarzfreien Trachyte, aber jedenfalls viel häufiger, als es bei den Orthoklasen der Granite und Quarzporphyre der Fall, selbst wenn man annimmt, dass bei diesen ein solcher Aufbau vielfach durch moleculare Umwandlungsvorgänge verwischt worden sei. Neben Glaseinschlüssen beobachtet man oftmals in den Feldspathen ganz blassgrünlichgelbe Hornblende-Mikrolithen eingehüllt. In dem Sanidin eines im Trapp aufsetzenden Liparitganges von Raudarsbrida am Hamarsfjord auf Island wurden bis 0.008 Mm. lange, ausgezeichnet scharf im Prisma und der Pyramide krystallisirte Quarze aufgefunden, trotzdem in dem Gestein selbständig gar kein Quarz vorkommt.

Wohlgebildete Hornblende ist in den Lipariten auch mikroskopisch verhältnissmässig recht selten; öfter wohl trifft man Blättchen von gelbbraunem oder grünlichbraunem Magnesiaglimmer, dessen Durchschnitte in den ungarischen nicht selten an den Enden aufgeblättert sind (S. 286), und welcher in diesen Gesteinen eine entschieden häufigere Einmengung abgibt, als bei den entsprechenden Quarzporphyren. In eigenthümlicher Weise gibt es bei den Lipariten so viele Vorkommnisse, in denen dunkle mikroskopische Körnchen, theils Magneteisen, theils von unbestimmter Natur (Opacit die schwarzen, Ferrit die braunen, vgl. S. 295) die einzigen eisenhaltigen Elemente darstellen, indem alle übrigen fast farblos sind. Braune oder rostfarbene, nicht näher bestimmbare Materie bildet vielfach in der Grundmasse Körnerhäufchen oder wolkige verschwimmende Flecken.

[1] Quart. journ. of the geol. soc. XIV. 1858. 485.



Was die Mikrostructur der Liparit-Grundmasse betrifft, so ist diese selbst im makroskopisch sehr ähnlichen Zustande keineswegs übereinstimmend beschaffen, sondern wie die der Quarzporphyre verschiedener Ausbildung fähig. Im Allgemeinen scheinen durch und durch krystallinisch-körnig oder mikrogranitisch zusammengesetzte Grundmassen hier seltener als bei den letztern Gesteinen vorzukommen. E. Weiss erwähnt, dass sich die felsitische Masse derjenigen von Königsberg und Schemnitz in Ungarn zu einem vollständig krystallinischen Gewebe auflöse [1]). Merkwürdig ist in dieser Hinsicht das nahezu ganz krystallinisch-körnige Gestein von der Hohenburg bei Berkum, dem Siebengebirge gegenüber auf der linken Rheinseite (mit 72.26 pCt. Kieselsäure), dessen Dünnschliff, kleine grüne Pünktchen abgerechnet, völlig farblos wird. U. d. M. löst sich das Ganze fast zur Hauptsache in ein Aggregat von Sanidindurchschnitten auf, Plagioklas fehlt beinahe durchaus; die grünen Fleckchen sind stark dichroitische Hornblende, welche hier ähnlich wie in den Phonolithen moosförmige Haufwerke mikroskopischer Säulchen und Körnchen sowie vielfach an den Enden und Seiten zerfaserte Kryställchen bildet. Quarz tritt in dem Gemenge nicht erkennbar hervor. Durch das ganze Gestein aber verstreut finden sich zahlreiche bis 0.03 Mm. grosse, farblose und grelle, scharf, indess sehr unregelmässig contourirte Körner mit vorspringenden keilähnlichen Zacken und Spitzen, dazu vielfach von Sprüngen durchzogen. Diese eckigen selbständigen Körner verhalten sich optisch sämmtlich entschieden einfach brechend und können nur für Glas gehalten werden, dessen Vorkommen in dieser Form und Vertheilung jedenfalls sehr selten ist [2]).

Hin und wieder gibt es Liparite, welche zum grössten Theile aus blos mikroskopischen Kryställchen, namentlich Feldspathleistchen bestehen, zwischen denen aber noch etwas nicht individualisirte Masse, sei es von rein glasiger oder mikrofelsitischer Beschaffenheit gedrängt steckt. So z. B. das, aller makroskopischer Krystalle entbehrende lichtgraue Gestein vom Thoreyjargnupr, ö. von Melstadr im nördlichen Island, zusammengesetzt aus vorwaltenden farblosen Feldspathmikrolithen nebst einigen gelblichen Säulchen und schwarzen Körnchen, durchtränkt von spärlicher lichter Glasbasis; die grösste Länge der krystallinischen Partikel übersteigt nicht 0.02 Mm. Liparite, deren Grundmasse reines Glas in einigermaassen beträcht-

---

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Feldspathbildung. Haarlem 1866. 127. — Die neuerdings aus dieser Gegend untersuchten Gesteine verhielten sich indessen ganz anders.

[2]) Diese mikroskopische Ausbildung mag mit derjenigen des interessanten durch G. vom Rath beschriebenen Gesteins vom Monte Amiato in Toscana verglichen werden — ein makroskopisch vollkommen körniges, granitähnliches Gemenge von vorwaltendem Sanidin, wenig Plagioklas und sehr kleinen Augitkrystallen, daneben aber lichtgraue, muschelig brechende Körner von amorphem, sehr kieselsäurereichem Glas (Zeitschr. d. d. geol. Ges. XVII. 1865. 412).



licher Quantität enthält, scheinen recht selten zu sein; z. B. das Gestein des Felsens Arnarhnipa an der Laxá in Island, dessen farbloser Glasgrund mit vielen ebenfalls farblosen, aber polarisirenden Theilchen durchstreut ist, wozu sich zahlreiche blassgrüne Körnchen und Stachelchen von Hornblende gesellen.

Sind dies nur verhältnissmässig spärliche Ausbildungsweisen der Liparitgrundmasse, so betheiligt sich andererseits in besonderem Maasse mikrofelsitische Substanz an ihrer Zusammensetzung, eine von reinem Glas verschiedene, aber nicht individualisirte, einfach brechende Entglasungsmaterie, oftmals durchwoben von allerkleinsten durchscheinenden dunkeln Körnchen. Aus solchem ächtem Mikrofelsit, der bei den Lipariten öfter und in noch besser charakterisirter Beschaffenheit vorkommt als innerhalb der Quarzporphyre, besteht manchmal die ganze Grundmasse des Gesteins oder das von Ausscheidungen freie Gestein überhaupt. Dazu gehören viele der porzellanähnlichen Liparite Ungarns, deren Präparate zum Studium der Mikrostructur eine besondere, oft schwierig zu erreichende Dünne gewinnen müssen. So der »Lithoidit« von Bischofshégi bei Telkibánya, eine bald isabellfarbige, bald fleckenweise etwas lichtere Mikrofelsitmasse, durchwachsen von dunkeln winzigen Körnchen, über die ganze Ausdehnung hin total indifferent gegen polarisirtes Licht, ohne Glasstellen und ohne mikroskopische Kryställchen. Aehnlich der lithoidische Liparit von Vég Ardó, n.ö. von Sarospatak im Zempliner Comitat, dessen farblose Mikrofelsitmasse hin und wieder auch farblose Flecken von ächtem Glas enthält; beide Materien werden bei gekreuzten Nicols durchaus gleichmässig dunkel; Stränge parallel gestellter, farbloser kleiner und kurzer, aber deutlich polarisirender Mikrolithen ziehen hindurch. Ferner gewahrt man noch blassgelbliche Bänder und fetzenähnliche Partieen, welche sich ganz indifferent gegen polarisirtes Licht erweisen und nur für ebenfalls hyalin gehalten werden können. Mikrofelsitisch ist u. a. auch die Grundmasse der Liparite von Eisenbach bei Schemnitz mit ihren schönen Quarzen und Feldspathen, in welchen ausgezeichnete bläschenführende glasige und bläschenfreie mikrofelsitische Einschlüsse liegen; das Gestein führt reichlich braunen Magnesiaglimmer in vielfach zerbrochenen und aufgeblätterten Fragmenten. Hierher gehören sodann noch die grauen Liparite von Fagranes im Oexnadalr in Nord-Island, deren mikrofelsitische Basis bei gekreuzten Nicols ganz dunkel wird; krystallinisch entwickelt sind Sanidin und Plagioklas mit blassen Hornblende-Mikrolithen und vielen Glaseinschlüssen, Quarz, sehr stark dichroitische Hornblende und spärlich Apatit[1]. Der bläulichgraue Liparit aus dem Tunnel beim Monte di Cattajo in den Euganeen besitzt eine mikrofelsi-

[1]) Dieser Gemengtheil wurde im Neuen Jahrb. f. Mineral. 1868. 744. unrichtig als Nephelin bezeichnet.

tische Basis, in deren dunkler Masse bei gekreuzten Nicols geschlossene rundliche, eiförmige und in die Länge gezogene Kränzchen farbig polarisirend hervortreten. Diese zierliche Erscheinung wird dadurch herbeigeführt, dass um einfach brechende, ganz homogene und vermuthlich aus Glas bestehende Kerne sich ringsum ein Ring von radialgestellten doppelbrechenden krystallinischen Keilchen abgesetzt hat, um welchen sich äusserlich die Felsitmasse direct anschliesst.

Mehr vielleicht noch als bei den Quarzporphyren ist bei den Lipariten die Grundmasse bestimmt oder unbestimmter faserig entwickelt, wobei dann seltener die Fasern wirr und unregelmässig durcheinandergewachsen sind, meistens sich in einer bald nur roh angelegten und verschwimmenden, bald aber auch vortrefflich ausgebildeten radialen Gruppirung und sphärolithischen Aggregation befinden. Man möchte diese Mikrostructur mit derjenigen des sog. Réaumur'schen Porzellans vergleichen dürfen. Das Polarisationsverhalten dieser Massen fällt etwas verschieden aus, je nachdem die Individualisation der Fasern mehr oder weniger vorgeschritten ist. Es gibt selbst Liparitgrundmassen, welche aus zusammengehäuften ausgezeichnet radialfaserigen Sphärolithen bestehen und doch nicht die geringste Wirkung auf polarisirtes Licht ausüben; dies sind die eigentlichen mikrofelsitischen Sphärolithe. Andere besser, wenn auch immer noch sehr unvollkommen individualisirte Fasern ballen sich radial zu Gebilden zusammen, deren Durchschnitt zwischen gekreuzten Nicols einen matten bläulichweissen Schein, meist mit schwarzem Kreuz zu liefern pflegt. Vielfach sind schwarze und bräunlich durchscheinende Körnchen durch diese strahligfaserige Grundmasse regellos hindurchgestreut; in einem isländischen Liparit von Raudarsbrida ordnen sich dieselben zu geschlossenen kreisförmigen oder ellipsoidischen Ringen zusammen, welche ganz selbständig in dem die Grundmasse bildenden Gemenge von Feldspathkrystallen und Mikrofelsitmaterie liegen.

Die Grundmasse eines »lithoidischen« Liparits aus der Umgegend von Schemnitz löst sich fast ganz in schmutzig graue bis blass isabellfarbene, hin und wieder etwas gekörnelte Fasern auf, die stellenweise durchaus verworren einander durchfilzen, dann rohe und unvollkommene Büschel bilden, dann rundliche und geschlossene förmliche Sphärolithe von sehr schwacher Polarisationswirkung erzeugen. Ein Liparit n.ö. von Sima, n.w. von Erdöbenye in Ungarn mit ausgeschiedenem Quarz und Feldspath besitzt grauliche mikrofelsitisch faserige Kügelchen, welche zu Träubchen zusammengehäuft sind, deren Zwischenräume durch farbloses Glas ausgefüllt werden; die Peripherieen der knospenförmigen Durchschnitte sind meist etwas gelblich gefärbt. Ein sehr ausgezeichnetes Beispiel für die radialfaserige Felsitausbildung bei den Lipariten liefert ein Gestein von Móskardshnúkr an der Esja in Island. Schon mit blossem Auge sieht man im



Dünnschliff (wie gewöhnlich besser als in den Handstücken) dicht gedrängte, bis 0.75 Mm. breite rundliche Durchschnitte von Kügelchen, meist mit einem schwarzen Fleckchen im Centrum. U. d. M. besteht die Hauptmasse dieser Kreise aus lichtgelblichgrauem, unendlich zartfaserigem und radial struirtem Felsit, ohne jede Wirkung auf das polarisirte Licht, weder an den dünnern noch an den dickern Stellen der Präparate. Ausserdem aber enthält das Gestein eine grosse Anzahl von nadelförmigen, an den Enden mitunter zerfaserten farblosen Mikrolithen; ein dichtgeschaartes Aggregat derselben füllt die Zwischenräume zwischen den einzelnen Felso-Sphärolithen aus, andere dieser Mikrolithen sind indess auch in den Kügelchen selbst eingewachsen und zwar kreuz und quer ohne jedwede radiale Gruppirung. Das Innerste der Kügelchen ist meist eine dunkler gefärbte, auch bei grösster Dünne unauflösliche Masse, welche nach der Peripherie zu sich in einzelne Strahlen auflöst, die, allmählig nach aussen sich verschwächend, ungefähr bis zur Hälfte des Kugelradius reichen. Farblose Fleckchen, die in den Dünnschliffen makroskopisch hervortreten, bestehen aus einzelnen zusammengedrückten faserigen Kugelsegmenten, welche intensive Aggregatpolarisation aufweisen, jedenfalls mit den erwähnten felsitischen Sphärolithen nichts gemein haben und vermuthlich secundärer Entstehung sind.

Eine eigenthümliche Ausbildung führt der lichtgraue Liparit des 3000′ hohen Baula-Kegels in Island vor, welcher neben reichlichen mikroskopischen Quarzen Sanidin und Plagioklas, Magneteisen in verhältnissmässig dickern Partikeln, keine Hornblende enthält. Die Basis ist eine farblose, glasreiche mikrofelsitische Substanz von homogener Beschaffenheit, durchsprenkelt mit ungemein winzigen schwarzen Körnchen. Sehr zierlich findet sich aber direct um die hexagonalen oder rhombischen Quarzdurchschnitte ein Rand, wo diese Masse bisweilen roher, gewöhnlich aber sehr ausgezeichnet radialfaserig ausgebildet erscheint und damit die Fähigkeit erlangt, zwischen gekreuzten Nicols einen schwachen Lichtschimmer auszusenden. Nahezu jedes der vielen hundert Quarzkryställchen in einem Präparat wird von einem solchen faserigen Ring umsäumt, der nach aussen in die nicht faserige Felsitbasis verschwimmt. Und auffallender Weise sind die zahlreichen Feldspathdurchschnitte andererseits ebenso selten mit diesen Faserhöfen ausgestattet.

Im Siebengebirge ist der sog. Sanidophyr von der kleinen Rosenau das einzige Liparit-Vorkommniss mit 78.87 pCt. Kieselsäure [1]. Makro-

[1] Die frühere Beschreibung dieses Gesteins aus d. J. 1863 (Sitzungsber. d. Wien. Akademie XLVII. 1863. 247) enthält wegen unzureichender Dünne der Präparate, Mangelhaftigkeit des Instruments und ungenügender Erfahrung einige Unrichtigkeiten; so führen die Sanidine desselben keine Flüssigkeitseinschlüsse.



skopisch gibt sich blos Sanidin und Plagioklas zu erkennen, welche frei sind von glasigen oder felsitischen Einschlüssen, reich aber an leeren Dampfporen; Quarz kann auch mikroskopisch nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden, ebenso fehlt Hornblende, und selbst die gewöhnlichen dunkeln Körnchen erscheinen nur sehr spärlich. Die eigentliche fast farblose Basis ist felsitisch, zwischen gekreuzten Nicols zeigt sich ein dunkler Grund, worin aber sehr zahlreiche unbestimmt polarisirende Theilchen mit milchblauer und schwachgelblicher Farbe als winzige verschwommene Fleckchen hervorscheinen; hin und wieder gewahrt man darin Halbringe oder herzähnlich verlaufende Streifen, welche aus kurzen, concentrisch gestellten blass isabellfarbigen Fäserchen zusammengehäuft sind, zu deren Beobachtung aber ein sehr dünnes Präparat und starke Vergrösserung gehört. Recht ähnlich ist die Grundmasse des Liparits vom Monte Peca in den Euganeen, worin indess grössere farblose, an den Enden oft dichotome Mikrolithen liegen, während die Sanidine hier die schönsten Glaseinschlüsse enthalten.

Im Liparit vom Monte della Montecchia in den Euganeen wird die ganz homogen erscheinende Grundmasse zum grössten Theil entglast durch farblose schmalere Fasern und breitere Strahlen (oft an den Enden noch in zahlreiche Spitzen aufgelöst), welche aber nicht sphärolithähnliche Zusammenballung zeigen, sondern sich hier in dichtem Gewirre durchkreuzen und verfilzen, dort, wie das polarisirte Licht durch die optische Reaction der stärkern lehrt, schöne Fluctuations-Ströme darstellen. Zwischen ihnen steckt noch etwas farbloses Glas. An Ausscheidungen finden sich mittelgrosse Sanidine, davon einer mit einem 2 Mm. breiten Kern, bestehend aus Sanidinsubstanz, welche von dunkelgrünen Magnesiaglimmer-Blättchen förmlich strotzt; ein 0.75 Mm. breiter Rahmen von ganz glimmerfreiem wasserklarem Feldspath umgab diesen scharf abgezeichneten Kern. Magnesiaglimmer erscheint auch in grössern selbständigen Krystallen, Hornblende nicht, Quarz spärlich; sehr reich aber ist das Gestein an Tridymit in Aggregaten dachziegelartig übereinandergelagerter Blättchen und einzeln auf Poren aufsitzenden mikroskopischen Krystallen.

Bemerkenswerth ist ein (die Lithophysen v. Richthofen's [1] führendes) von eigentlichen Krystallen ganz freies Liparitvorkommniss aus dem Ostende von Telkibánya. Der Dünnschliff besteht aus einer nahezu farblosen Masse und aus wolkig darin eingebetteter fast hinein verschwimmender Felsitmaterie von graulicher Farbe. Jene farblose Masse ist eine Glasbasis,

---

[1]) J. Roth ist, wie es scheint, im Recht, wenn er in den Lithophysen nur mechanisch und chemisch veränderte grössere Sphärolithe erblickt (Petrogr. d. pluton. Gest. S. 168); derselben Ansicht ist auch Szabó für diejenigen der Gegend von Tokaj.



worin viele, im gewöhnlichen Licht ununterscheidbare, aber zwischen den Nicols unbestimmt und schwach polarisirende Theilchen eingewachsen sind. Namentlich in dieser Substanz, weniger in den felsitischen Flecken, liegt nun eine unfassbare Anzahl schwarzer opaker Trichite und braun durchscheinender nadelartiger Gebilde, schlank und gerade oder etwas gebogen, dabei in recht auffallender Weise rundum besetzt mit sehr kurzen farblosen Stachelchen und Borstchen, welche den Elementen, woraus hier der benachbarte Felsit besteht, höchst ähnlich zu sein scheinen. Durch die lineare und wellenförmige Zusammenschaarung dieser dunkeln Mikrolithen, zwischen denen sich auch stellenweise farblose Nädelchen finden, wird ausgezeichnete Fluctuationstextur erzeugt.

Ein Gestein vom Theresienhügel bei Tarczal unfern Tokaj besteht nach Vogelsang[1]) aus einer hellgelben Felsitmasse und mattschwarzen glasigen Knötchen, welche beide in einander verschwimmen. Die hyalinen Knötchen erhalten ihre dunkle Farbe durch reichliche Ausscheidung von trichitähnlichen Gebilden, die bei sehr starker Vergrösserung grösstentheils bräunlich durchscheinen, vielfach gekrümmt und stark gebogen sind und raupenartig mit kurzen dunkeln Haaren besetzt aussehen. Von ihnen strahlen oft fast kammähnlich nach verschiedenen Richtungen Reihen von höchst winzigen bräunlichen Körnchen (zu Margariten aneinander gruppirte Globuliten) aus, durch deren Anhäufung die Glasbasis fast felsitisch wird. Bei geringer Vergrösserung sieht wegen dieser entglasten Stellen die Glasmasse fleckig marmorirt aus. Die einzelnen derselben weisen eine schwache Doppelbrechung auf, indem bei gekreuzten Nicols auf bläulichweissem Grunde ein dunkles Kreuz ersichtlich wird — eine Erscheinung, welche zweifellos auf Druckwirkung beruht.

Chalcedon und Opal sind bekanntlich in makroskopischen Partieen weit durch die ungarischen Liparite hin verbreitet. Vogelsang hat sich sehr eingehend und sorgfältig mit der Mikrostructur und Verbreitungsweise der kieseligen Substanzen in diesen Gesteinen beschäftigt.[2]) Die kieselige Materie, welche die kleinen Drusenräume bekleidet, besteht nach ihm am häufigsten aus winzigen kugeligen Aggregaten, die zu seinen Cumuliten (vgl. S. 287) gehören. Dieselben Aggregate finden sich auch wieder am Rande der Chalcedonknötchen, wo sie sich gewöhnlich scharf von der körnigen oder strahligen Chalcedonmasse unterscheiden. In den Höhlungen mikroskopischer Drusen kann die Entwicklung der Cumuliten am besten untersucht werden. Ein Liparit von Illinik bei Schemnitz besitzt im Allgemeinen mikrosphärolithische Structur, aber zwischen den strahlig-felsitischen Aggre-

[1]) Archives néerlandaises VII. 1872.
[2]) Ebendas.



gaten finden sich kieselige Cumuliten oder kleine in derselben Richtung ausgezogene Geoden, die mit diesen zierlichen Haufwerken austapeziert sind; letztere bestehen aus kleinen vollkommen runden Kügelchen, welche zu beerenförmigen und sphäroidalen Gestalten zusammengehäuft sind, deren Inneres aber gewöhnlich homogen scheint. Die elementaren Kügelchen (Globuliten; vgl. S. 95) haben durch das ganze Gestein fast gleichmässige Dimensionen und messen ca. 0.01 Mm.; die Grösse ihrer Anhäufungen geht bis zu 0.06 — 0.08 Mm., aber einigemal gewahrt man auch am Rande der Geoden isolirte Globuliten. Optisch sind in diesem Gestein die einzelnen Globuliten immer völlig isotrop, ihre Aggregation zu jenen Cumuliten wirkt aber, freilich äusserst schwach, doppeltbrechend. Niemals machen hier die kieseligen Cumuliten einen integrirenden Theil der felsitischen Sphärolithe aus, und überhaupt sind beide Gebilde gewöhnlich örtlich von einander getrennt. Ein Gestein aus der Umgegend von Apathi im Granthal unfern Schemnitz enthält ähnlich geformte durchscheinende kieselige Cumuliten in kleinen Drusen und kleinen Knötchen, welche durch ihre Längserstreckung und Gruppirung auf Strömungsvorgänge verweisen. Das Innere der Körnchen ist hier oft mit strahligem oder körnigem Chalcedon erfüllt, der gleichfalls seinerseits wieder traubige scharfbegrenzte Cumuliten umschliesst. Viele Cumuliten liegen auch isolirt inmitten der felsitischen Basis. Diese Masse zeigt allerwärts eine Tendenz zur Bildung von sphäroidalen Aggregaten, an welchen man bisweilen eine Radialstructur bemerkt, am häufigsten aber concentrische Zeichnungen, ähnlich den Jahresringen der Bäume, wobei die Durchschnitte der meisten Aggregate von einem viel hellern Rand eingefasst werden, der sich vielleicht durch einen grössern Kieselsäuregehalt gegen das Innere auszeichnet. Quarzkörner und Glimmerblättchen sind unregelmässig am Aussenrand oder im Innern der Sphäroide vertheilt, mitunter hängen diese letztern wie ein Halbkreis an einem der grössern Feldspathkrystalle. Eine grosse Partie der Felsitsubstanz ist völlig isotrop, andere Stellen brechen schwach doppelt; die kieseligen Cumuliten wirken im Allgemeinen optisch stärker als der Mikrofelsit, bleiben aber darin doch weit hinter den Krystallen und Chalcedonknötchen zurück.

Die Combination von kieseligen Cumuliten mit Feldspathsubstanz ist nach demselben Forscher oft viel inniger als in den angeführten Beispielen; in manchen Gesteinen bietet die Gesammtmasse den Anblick eines wolkigfleckigen Aggregats von Cumuliten, welche zum Theil aus freier Kieselsäure, zum Theil aus Felsitmaterie bestehen. Ein lichtbräunlichgrauer Liparit von Borsva bei Telkibánya mit ziemlich glattem, fast muscheligem Bruch ist ein wolkiges Haufwerk von Cumuliten, welche selbst aus einer unzähligen Menge von kleinen Kügelchen bestehen, selten eine Andeutung von Radialstructur besitzen. Wasserklare einfach brechende Kieselsubstanz

bildet die äussere Hülle der Cumuliten und erfüllt auch die engen Adern und rundlichen Stellen zwischen denselben. In grossen Knötchen hat sich strahliger oder körniger doppeltbrechender Chalcedon abgesetzt; an ihren Aussenrand grenzen unmittelbar kieselige Cumuliten, die oft mit kleinen borstenförmigen trichitischen Haaren besetzt sind, welche in den Chalcedon hineinragen. Das gelbliche Innere der Cumuliten weist keinen besondern Kern auf, aber es ist wahrscheinlich, dass die chemische Zusammensetzung allmählig vom Centrum nach der Peripherie zu so wechselt, dass innen ein saures Silicat, aussen freie, theilweise wasserhaltige Kieselsäure vorliegt. Die Cumuliten zeigen nur hier und da sehr schwache polarisirende Wirkung.

Sehr interessant ist das von Vogelsang (a. a. O.) nach seinen mikroskopischen Verhältnissen ausführlich geschilderte Gestein von Tolcsva bei Tokaj mit 1—2 Zoll grossen Sphärolithen; ohne Wiedergabe der colorirten Abbildungen dürfte indessen eine nähere Beschreibung an dieser Stelle kaum verständlich sein.

Auch in dem Trachytgebiet des Mont Dore kommen, freilich nur gangförmig in den mächtigen Conglomerat- und Tuffablagerungen, Liparite vor, welche v. Lasaulx zuerst dort auffand[1]. Im Ravin de l'Usclade setzt ein Gang von hellgrauem bis weissem porphyrartigem Liparit (77.21 pCt. Kieselsäure) mit lithoidischer Grundmasse auf Diese letztere stellenweise porcellanähnliche Masse erweist sich u. d. M. nicht als homogen, „sie erscheint durchaus krystallinisch, wenn auch kaum eine andere Trennung der Bestandtheile möglich ist als die in polarisirende, krystallinische und nicht polarisirende, amorphe, glasige"; in den erstern, bald länglichen bald rundlichen ist v. Lasaulx Feldspath und Quarz zu erblicken geneigt. Sanidin und Quarz treten spärlich makroskopisch hervor, die Durchschnitte des letztern „sind reich an den bekannten Poren mit Bläschen wie sie in Graniten erscheinen."[2] An demselben Orte findet sich auch ein Liparit mit dichtgedrängten braungrauen und grünlichgrauen Sphärolithen von mattem Wachsglanz, zahlreichen Sanidinen und vereinzelten Quarzen; die lithoidische Grundmasse dieser Varietät zeigt namentlich zwischen den Sphärolithen eine federähnlich-faserige Ausbildung, wie es scheint, vergleichbar der makroskopischen Structur des sog. Réaumur'schen Porcellans.

---

[1] Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 283.

[2] Von dem durchaus krystallinischen Zustand der Grundmasse kann keine Rede sein, da sich amorphe Glassubstanz und zwar, wie es scheint, nicht eben spärlich, gleichfalls daran betheiligt (vgl. die Anm. auf S. 269). Die „Poren mit Bläschen" dürften wohl nach aller Analogie in diesem Liparitquarz eher Glaspartikel sein als die Flüssigkeitseinschlüsse der granitischen Quarze.



Kieselsäurereiche Gläser und Halbgläser.

Obsidian.

Der Obsidian [1] ist bekanntlich die eigentliche Glaslava und seine Masse erweist sich auch u. d. M. wenigstens der Hauptsache nach als ein ächtes Glas. Abgesehen indessen von den „porphyrartigen" Obsidianen hat aber selbst in denjenigen, auf deren ausgezeichnet muscheliger, homogen glasähnlicher Bruchfläche man keine Spur einer krystallinischen Ausscheidung entdecken kann, die mikroskopische Entglasung in mehr oder weniger reichlichem Maasse begonnen. Unter den bis jetzt untersuchten zahlreichen Obsidianen liess nur eine ganz verschwindend kleine Menge dieselbe gänzlich vermissen.

Die dunkle Farbe der Obsidiane ist bald der Glasmasse selbst eigenthümlich, indem diese noch in sehr dünnen Plättchen lichter oder dunkler graulich, grünlich, graulichblau, gelblichbraun erscheint (wobei mit der Dicke der Plättchen natürlich auch die Farben an Dunkelheit zunehmen), bald aber ist die Glasmasse auch an sich nahezu farblos, und ihre dunkele Farbe wird vornehmlich durch sehr winzige eingewachsene fremde Körper hervorgebracht. Ein Obsidian mag noch so schwarz aussehen und noch so wenig an den Kanten durchscheinend sein, in sehr dünnen Schliffen fällt er immer mehr oder weniger pellucid aus. Aeusserlich kann man es einem Obsidian nicht im mindesten ansehen, wie beschaffen er sich u. d. M. erweisen wird; vollkommen glasähnliche können dennoch eine Unzahl von mikroskopischen Kryställchen enthalten, und umgekehrt lassen ganz matte oft nur spärliche Entglasung wahrnehmen; auch die stärkere oder schwächere Pelluciditát an den Kanten ist keineswegs ein Kriterium für den geringern oder grössern Grad der Entglasung.

Eines der reinsten natürlichen Gläser sind die an der Oberfläche runzelig gefurchten Knollen des dunkelolivengrünen Bouteillensteins (Moldawit, Pseudochrysolith) aus dem Sande und der Dammerde zwischen Moldauthein und Budweis; sie führen in dem klaren Glase keine Spur von Ausscheidungen, aber eine unermessliche Menge von Dampfporen. Auch die meisten Stücke des Marekanit von Ochozk in Sibirien, die des ausgezeichneten Obsidianstroms Hrafntinnuhryggr an der Krafla in Island, ferner ein Obsidian vom Taurangahafen auf Neuseeland erweisen sich fast durchaus frei von mikroskopischen Ausscheidungen. Es ist bemerkenswerth, dass auch diese Vorkommnisse gerade zu den porenreichsten gehören, und man könnte geneigt sein, Porenentwicklung und Entglasung als zwei einander nicht günstige Vorgänge zu erachten.

Die mikroskopischen Krystallbildungen im Obsidian bestehen vorzugs-

[1] F. Z., Untersuchungen über die glasigen und halbglasigen Gesteine, Zeitschr. d. d. geol. Ges. XIX. 1867. 737.



weise aus verschieden beschaffenen aber allgemein nadelförmigen Mikrolithen, Feldspathkryställchen, Magneteisenkörnern und sechsseitigen Täfelchen von Magnesiaglimmer und Eisenglanz.

Das häufigste Product der Entglasung sind schmale, farblose oder schwach gelbliche nadelförmige Kryställchen mit ringförmigem Durchschnitt, an den Enden meist rundlich oder stumpf zugespitzt, selten über 0.015 Mm. lang und in der Regel zwischen 0.001 und 0.003 Mm. breit, für welche der Name Belonit vorgeschlagen wurde. Mit diesen gewöhnlichen Mikrolithen sind andere, an einem oder beiden Enden etwas keulenförmig verdickte oder in der Mitte wenig taillenartig eingeschnürte oder an den Spitzen etwas ausgezogene eng verbunden; in andern Fällen theilt sich ein Belonit an einem oder an beiden Enden in zwei etwas divergirende Zweige, noch andere sind deutlich gebogen und gekrümmt[1], selbst rankenartig gewunden, und alle diese Formen (vgl. die Figuren 37, 38, 39, 42) bilden häufig sehr zierliche sternartige Gruppen; daneben löst sich auch wohl das einzelne Individuum in hintereinander gelegene Gliedchen auf.

Ueber die eigentliche Natur dieser Belonite, von welchen es nicht einmal feststeht, ob sie überhaupt mit einem makroskopisch bekannten Mineral identisch sind, ist augenblicklich noch nichts sicheres ermittelt. In einem schwarzen Obsidian vom Ararat beobachtete Kenngott[2]) grössere, längere oder dickere, vollkommen durchsichtige aber entschieden blass grünlichgelb gefärbte Gebilde, welche er mit den vorigen Beloniten vereinigt, und an denen er das hexagonale Krystallsystem erkannte (Fig. 75). Sie stellen das Prisma ∞ P mit einer stumpfen normalen Pyramide P dar, wozu oft die Basisfläche 0P tritt, welche zwar oft ausgedehnt ist, aber nie allein in der Endigung vorkommt; der Winkel zwischen Pyramiden- und Prismenflächen betrage ungefähr 130°, die Quarznatur und Hornblendenatur ist nach alledem ausgeschlossen. Die grösste beobachtete Länge dieser starken (Belonit?-) Krystalle beträgt 0.6 Mm., die grösste Dicke 0.05 Mm. Die Durchsichtigkeit gestattet aber selten, an den grössern derselben die verschiedenen Kanten zu sehen, bisweilen gelang dies bei schräger Beleuchtung und entsprechen-

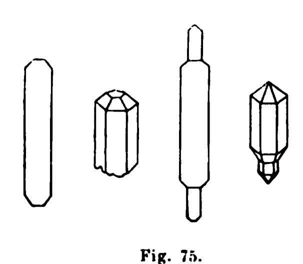


Fig. 75.

[1]) Dazu gehören wohl die „zahllosen wurmförmig gekrümmten Linien, welche wahrscheinlich hohle Röhren sind," die von G. vom Rath bei 400-maliger Vergrösserung in den Obsidiankörnern des Trachyts vom Monte Amiata gewahrte; Zeitschr. d. d. geol. Ges. XVII. 1865. 412.

[2]) Beobacht. an Dünnschliffen eines kaukasischen Obsidians. St. Petersburg 1869. (Schriften d. kais. Akad. d. Wiss.) und Weitere Mittheilungen darüber; ebendas. 1870. Die Zugehörigkeit dieser Krystalle zu den gewöhnlichen Beloniten ist sehr zweifelhaft.

der Stellung gegen das auffallende Licht, und unter Umständen konnten auch durch Spiegelung Pyramiden- oder Prismenflächen erkannt werden. Mitunter ist ein dickeres und dünneres Individuum stielartig oder scepterähnlich an einander gewachsen. Findet eine Bestäubung derselben mit schwarzen Magneteisenkörnchen statt, so wiederholt sich die makroskopisch bekannte Erscheinung, dass krystallographisch verschiedene Flächen von solchen Ansätzen verschieden betroffen werden, indem gewöhnlich die Pyramiden- und Basisflächen frei davon sind.

Die kleinen gewöhnlichen Belonite zeigen bei gekreuzten Nicols keine chromatische Polarisation, die dickern von Kenngott beobachteten Krystalle sehr schöne blass himmelblaue Färbung.

Eigenthümlich sind die jedenfalls unter einander zusammenhängenden mikrolithischen Krystalle, welche allemal durchaus farblos, an ihren beiden Enden in je zwei kürzere oder längere Spitzen auslaufen, und diejenigen breitern, deren Enden bald regelmässiger treppenähnlich eingesägt und eingekerbt, bald ganz willkührlich eingezackt und förmlich ruinenähnlich beschaffen sind (Fig. 76). F. Z. war geneigt, sie auf Grund der nachweisbaren Uebergänge in ächte, ebenfalls an den Enden wohl fein zersägte Belonite (Fig. 37) mit diesen in Verbindung zu bringen, während Kenngott dieselben für Sanidin hält.

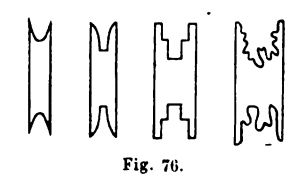


Fig. 76.

Weit verbreitet, aber dennoch den Beloniten an Häufigkeit bedeutend nachstehend, erscheinen in den Obsidianen (wie auch in Perliten) lange und ausserordentlich dünne (bis zu 0.0005 Mm.) Mikrolithe, welche einem schwarzen Haar überaus ähnlich sehen und Trichite genannt wurden (vgl. S. 275). Die meisten sind selbst bei stärkster Vergrösserung ganz schwarz und ohne eine Spur von Pelluciditat, manche andere scheinen dann schwach röthlichbraun durch. Die Beschaffenheit ihrer Endigung ist in Folge ihrer grossen Dünne und Impellucidität nicht deutlich zu beobachten. Diese schwarzen Trichite weisen ausser ihrer normalen Gestaltung seltsame Krümmungen und Windungen sowie eigenthümliche Aggregationen auf. Die Biegung ist bald leichter, bald stärker, fast $\frac{1}{4}$ eines Kreises beschreibend, bald schleifenförmig, selbst nahezu 8-ähnlich. Manche Trichite sind unter scharfen Winkeln mehrfach zickzackartig oder blitzähnlich geknickt, dann wieder gerade gezogen oder einfach krumm gebogen, auch stellenweise in einzelne hinter einander liegende kurze Glieder aufgelöst, dann wieder als zusammenhängender Strich sich fortsetzend. Die so gewundenen Trichite sind übrigens an ihren Enden nicht in eine Spitze ausgezogen, sondern ene digen plötzlich mit derselben Dicke. So absonderlich gestaltete, gekrümmt- und verdrehte Trichite (vgl. die frühern Fig. 38, 39, 42) liegen hier isolirt in der Glasmasse, dort ist eine ganze Menge derselben mit einem Ende

verbunden, während die andern Enden fadenartig nach allen Richtungen geschweift und geschwungen sind. Sehr häufig haben sich dieselben um ein opakes dickes schwarzes Korn von Magneteisen ringsum versammelt, und es zeigen sich Gestalten, die mit einer vielbeinigen Spinne manche Aehnlichkeit besitzen. Mitunter sind auch noch die einzelnen Haare rosenkranzartig mit kleinen schwarzen (Magneteisen-) Körnchen spärlich oder dichter besetzt. Trichitaggregate gibt es so, an welchen sich bis über hundert einzelne Fäden betheiligen. In ganz seltenen Fällen ist dabei eine Vertheilung der Fäden in von einander einigermaassen abgetrennte besenähnliche Bündel (meist 6 oder 4) ersichtlich (Fig. 77). Fluctuationsvorgänge in der Glasmasse haben die Trichitbüschel oft nach einer Richtung verlängert und förmlich platt gedrückt.

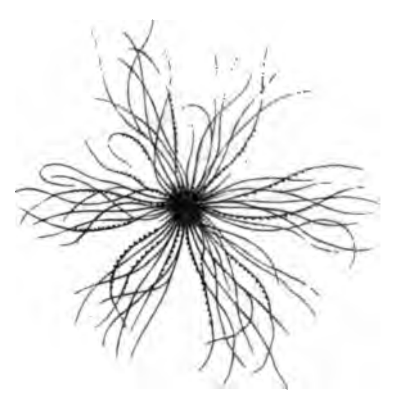


Fig. 77.

Kenngott, welcher in einem Obsidian vom Ararat die grössten dieser Trichite mit selbst 0.3 Mm. langen Fäden von unmessbarer Dünne beobachtete, glaubte dieselben für faseriges oder nadelförmiges Magneteisen halten zu müssen: „dass tesserale Mineralien unter Umständen lineare Gebilde erzeugen können, ist bekannt, der Pyrit erscheint in nadelförmigen Krystallen, der Cuprit bildet haarförmige Krystalle, die oft um ein Hexaëder gruppirt sind, von Kalialaun sah ich Gruppen, welche förmlich ein tesserales Axenskelett darstellen, warum sollten nicht die Trichite lineare Individuen des Magnetit sein, die selbst vereinzelt nach Art der Axen von einem Centrum ausgehen, in den Gruppen büschelförmig nach 6 Richtungen oder nach 4, je nachdem es der zufällige Schnitt zeigt, von einem Centralkörper ausstrahlend gesehen wurden" (a. a. O. 17). Wenn die Trichite überhaupt mit einem makroskopisch bekannten Mineral identisch sind, so dürfte dies allerdings vielleicht am ehesten Magneteisen sein; aber gerade die gleichzeitige Gegenwart unzähliger rundlicher Magneteisen**körnchen**, welche die trichitführenden Gläser massenhaft durchsprenkeln und an den schwarzen Haaren reichlich haften, scheint doch die Ueberzeugung zu erschweren, dass diese möglichst abweichend gestalteten **Fäden selbst** nichts weiter als dieselbe Mineralsubstanz darstellen. Das Versammeltsein der Haare um ein unzweifelhaftes Magneteisenkorn dürfte ebenfalls nicht ohne Weiteres für die Magneteisennatur derselben sprechen; denn um ein solches haben sich auch gar oftmals ganz farblose oder grünliche pellucide mikrolithische Ranken von ähnlicher Schweifung und Krümmung angesetzt. Und die regel-

mässige Abschnürung in einzelne Bündel ist bis jetzt blos in dem Obsidian vom Ararat beobachtet worden. Vogelsang konnte aus dem möglichst feinen Pulver des Obsidians von Szóghi bei Tokaj, welcher sehr reich an ächten Trichiten war, aber kein bestimmt erkennbares Magneteisen aufwies, mit dem Magneten durchaus nichts ausziehen und ist daher ebenfalls der Ansicht, dass diese Trichite nicht aus Magneteisen bestehen. [1])

Ferner bildet aber auch die Hornblende unzweifelhafte Mikrolithen in den Obsidianen und Halbgläsern; mit wohlausgebildeten Krystallen dieses Minerals stehen grasgrüne, gelbgrüne und graugrüne, gewöhnlich ziemlich intensiv gefärbte nadelförmige Individuen in entschiedener Verbindung, welche bald kurz und gedrungen, bald fast so lang und dünn sind, wie die schilfigen Hornblendespiesse im Prasem, und oft durch Quersprünge in kurze einzelne Glieder getheilt werden, auch wohl Glaseinschlüsse und Dampfporen in sich enthalten. Die höchst dünnen Hornblende-Mikrolithen fallen allerdings manchmal so blass gefärbt aus, dass es schwer hält, sie von den wirklich farblosen Beloniten zu unterscheiden.

Farblose mikroskopische Tafeln von rhombischem Umriss, welche zwischen den Nicols bleichblau und blassgelb polarisiren und stets von den Beloniten wohl unterscheidbar sind, gehören dem Sanidin an; man kann an diesen Tafeln oftmals die Winkel 100° und 80° beobachten, und sie stellen wohl Combinationen des Klinopinakoids (die dem Beschauer zugekehrte Tafelfläche) mit der Basis 0P (die langen Randflächen) und dem hintern Hemidoma $2P'\infty$ dar.

Gewöhnlich unregelmässig begrenzte Magneteisenkörner sind in den Obsidianen, aus deren Pulver die erreichbaren durch den Magnetstab und durch Salzsäure entfernt werden können, sehr verbreitet. Gern haften sie an den (grünlich) gefärbten Mikrolithen seitlich an, dieselben als feine Partikelchen oft manchmal förmlich bestäubend, was wohl nicht Zufall, sondern durch den beiden gemeinsamen Eisengehalt hervorgebracht ist; an den wirklich farblosen Beloniten findet man sie so auch fast niemals anklebend.

Schmutzig graulichgrüne oder gelblichgrüne oder bräunliche Täfelchen von durchscheinender oder durchsichtiger Beschaffenheit und sechsseitigem, mitunter verzerrtem oder ruinenartigem Umriss gehören dem Magnesiaglimmer an; ihr Durchmesser geht von 0.01 bis 0.06 Mm., die Dünne sinkt bis zu 0.0015 Mm. hinab. Die grössern und vollkommen horizontal gelagerten weisen Winkel von 120° auf und werden bei gekreuzten Nicols total dunkel, weshalb sie dann von dem umhüllenden Glas gar nicht zu unterscheiden sind; die schief gestellten bleiben bei gekreuzten Nicols natürlich licht und farbig. An denjenigen, welche schief liegen, sieht man mitunter die prismatischen Kanten hervortreten. Diese Täfelchen stecken bald

[1]) Archives néerlandaises tome VII. 1872.

vereinzelt im Glas, bald sind ihrer mehrere, oft sehr zahlreiche zusammengruppirt und übereinandergeschichtet, wobei dann die Stellen, wo sie einander bedecken, dunkler olivenfarbig oder schmutzig grünlichbraun erscheinen. Manche der Magnesiaglimmerblättchen besitzen eine ungemein feine dunkle Granulation, welche entweder der Substanz eigenthümlich ist oder von angeflogenen fremden Theilchen herrührt. Ganz schwarze und entweder völlig undurchsichtige oder schwach durchscheinende hexagonale Lamellen, welche viel seltener vorkommen, dürften wohl Eisenglanz sein.

Die makroskopisch aus der Obsidianmasse hervortretenden Feldspathkrystalle sind in der Regel verhältnissmässig reich an Glaseinschlüssen von verschiedenartiger Ausbildungsweise. Ihr Durchschnitt beweist, dass sie trotz der Homogenität der umgebenden Substanz keineswegs überall von Krystallflächen begrenzt werden; wenn auch nicht bezweifelt werden soll, dass manche dieser ganz unregelmässig endigenden Feldspathkrystalle Bruchstücke sind, da durch die gewaltsamen Fluctuationsvorgänge im Magma, welche die Mikrostructur deutlich verkündet, die kaum gebildeten grössern Individuen leicht wieder zerstückelt werden konnten, so sind doch wohl die meisten jener Krystalle krüppelhafte Gestalten, gehemmte, unfertige Bildungen. Das polarisirte Licht lehrt, dass von den Feldspathkrystallen ein und zwar unerwartet grosser Theil trikliner Natur ist. Die massenhaftesten und grössten Einschlüsse braunen Glases mit dunkeln Bläschen liegen unter allen untersuchten Obsidianen in den Sanidinen desjenigen von Semiran auf Java, dessen Glasmasse reichlich Körner und Mikrolithen von hellbräunlicher Hornblende enthält.

In den natürlichen Gläsern finden sich die Mikrolithen gewöhnlich sehr unregelmässig vertheilt; streckenweise sind dieselben ganz frei von ihnen, dann erscheinen Stellen, wo nur ganz vereinzelte Mikrolithen in der Glasmasse gewissermaassen umherschwimmen, dann wieder solche, wo sich förmliche Schwärme oder Ströme von bald streng parallel, bald richtungslos und in wilder Unordnung kreuz und quer gelagerten, aber immer ausserordentlich dicht zusammengeschaarten Mikrolithen durch das Glas hindurchziehen. Dann und wann verlaufen zwei solcher aus den winzigsten Mikrolithen bestehender Stränge unmittelbar neben einander, und in jedem derselben zeigen die Nadeln eine ganz abweichende Gruppirung (z. B. im einen Parallelismus, im andern regellose Vertheilung), so dass die des einen und die des andern unter einem Winkel zusammenstossen. Bisweilen erblickt man eine dem Garben- oder Fächerartigen genäherte oder selbst dem Blumigblätterigen ähnelnde Gruppirung dieser mikroskopischen Kryställchen. Hin und wieder sind auch die sehr reichlich zusammengehäuften Mikrolithen in dünnen Schichten oder Ebenen vertheilt, welche zu vielen unter einander parallel verlaufen und durch mikrolithenfreie oder – arme Glasmasse getrennt werden.

Die Mikrolithenströme weisen die ausgezeichnetsten Windungen, Knickungen, Stauchungen vor grössern Krystallen, kurz alle Erscheinungen ausgeprägtester Mikrofluctuationsstructur auf, von welchen früher S. 282 die Rede war.

Häufig geben sich die stark entglasten Stellen, diese aus Millionen von parallel oder regellos gelagerten Mikrolithen bestehenden Bänder bei einer Betrachtung des Dünnschliffs mit der Loupe oder mit freiem Auge als feine trübe Streifen in der sonst vollkommen durchsichtigen Glasschicht der Obsidiane zu erkennen. Die Gesteinsplättchen sind nie so dünn schleifbar, dass sie nur eine Lage solcher Mikrolithen zeigten, und es heben sich daher u. d. M. beim Drehen der Mikrometerschraube immer neue derselben aus der pelluciden Glasmasse heraus, oft in solchem Gewimmel, dass es wirr vor Augen wird.

Beachtenswerth ist es, wie oft Obsidiane von den verschiedensten Punkten der Erde (z. B. von Grönland, Neuseeland, Mexico, Ungarn) irgend eine Varietät der mikrolithischen Entglasung bis ins kleinste Detail unter einander übereinstimmend ausgeprägt darbieten.

Sphärolithe sind bekanntlich in makroskopischer Grösse häufig in Obsidianen eingewachsen, und das Mikroskop weist nach, dass sie, in grosser Kleinheit ausgebildet, eine noch viel weitere Verbreitung besitzen. Ihr dünner Durchschnitt lässt gut erkennen, dass sie aus zusammengehäuften bald fast farblosen, bald graulichweissen, bald graulichgelben, sehr spitz keilförmigen dünnen Fasern bestehen, deren Feinheit kaum mehr zu messen ist. In den ganz kleinen runden mikroskopischen Sphärolithen pflegen die Fäserchen recht regelmässig concentrisch-radial gruppirt zu sein, in den winzigen eirunden haben sie oft eine federfahnen-ähnliche Anordnung; bei den einigermaassen grössern Gebilden erreichen die Fäserchen aber in der Regel nicht die Länge des Radius und sind dann nicht streng concentrisch angeordnet, sondern bilden, von einzelnen Punkten ausstrahlend, zahlreiche längere und kürzere Büschel, deren Hauptrichtung zwar meist radial ist, wobei aber die Fasern zweier benachbarter Bündel unter einem spitzen Winkel zusammenstossen. Oft sind die Ausgangspunkte der einzelnen Büschel und die Enden der Fasern etwas trüb, die Mitten der Büschel etwas klarer, oft zeichnet sich aber auch nur die Peripherie durch grössere Trübheit aus. Die dickern Sphärolithe werden übrigens selbst in recht dünnen Schliffen nicht sonderlich pellucid. Im Centrum findet sich wohl nur bei den grössern ein fremder Körper und auch hier keineswegs immer, die ganz kleinen mikroskopischen Sphärolithe scheinen nie damit ausgestattet zu sein. Als solches Centrum dient gewöhnlich ein ungestaltetes Feldspathkorn, dessen Krystallisation offenbar durch die allerseits sich ansetzenden Faserbüschel gehemmt wurde, auch wohl in viel seltenern Fällen ein Haufwerk schwarzer Magneteisenkörnchen. Farblose Feldspathleisten und schwarze

Magneteisenkörnchen sind zudem häufig in ganz willkührlicher Gruppirung in den grössern Sphärolithen eingewachsen. Die dickern Kugeldurchschnitte werden mitunter an ihrer Peripherie noch von einem besondern, etwas dunklern, nach aussen und innen abgegrenzten Rand umgeben, der bei den kleinern gewöhnlich fehlt. Eine eigentliche concentrisch-schaalige Structur tritt in der Regel im Innern der Sphärolithe, selbst bei den einigermaassen verwitterten, u. d. M. gar nicht hervor. Sphärolithe, welche aus linear und radial zusammengehäuften kleinen andersfarbigen Glaskörnchen (Globuliten) oder krystallinisch-individualisirten Partikeln bestehen, scheinen innerhalb der Obsidiane nicht vorzukommen.

Immer polarisiren diese Sphärolithe das Licht, die klarern natürlich besser als die trüben; sind die fast farblosen in fast farblosem Glas ausgeschieden, so kann man sie im gewöhnlichen Licht oft kaum gut unterscheiden, bei gekreuzten Nicols treten sie aber, indem alle ihre Fäserchen verschieden farbig werden, mit prächtiger Aggregatpolarisation gegen das umgebende, alsdann dunkelschwarze Glas hervor. Ausser den eigentlichen Sphärolithen erscheinen in den Obsidianen noch andere mehr willkührliche, ganz ordnungslose Zusammenhäufungen und Ballungen zarter krystallinischer Fäserchen und Ranken. Die Fasern, welche die eigentlichen Sphärolithe zusammensetzen, sind übrigens etwas ganz anderes, als die farblosen Belonit-Mikrolithen.

Mikroskopische Poren oder Höhlungen sind im Ganzen in der Obsidianmasse nur selten vorhanden, wo sie aber vorkommen, in ungeheurer Anzahl ausgebildet. Meistens liegen sie zerstreut durcheinander, nicht haufenweise zusammengedrängt, aber die Längsaxen der eiförmigen pflegen streng parallel zu sein, z. B. in dem glänzend kohlschwarzen Obsidian vom Strom Hrafntinnuhryggr in Nordost-Island (vgl. S. 351). Mitunter heftet sich Magneteisen so an die Blasen, dass dasselbe als einzelnes Korn oder Kryställchen an einer Stelle des Randes in dem Blasenraum liegt oder selbst in dem letztern mehrere kleine Körnchen an den Rändern bildet. Bisweilen sind die Poren, von denen die Mehrzahl selbst bei starker Vergrösserung nur nadelstichgross erscheint, zu Schichten oder Bändern zusammengehäuft, und man kann bei schiefer Lage derselben u. d. M. durch Veränderung der Focaldistanz gut beobachten, wie diese durch das klare Obsidianglas hindurchsetzen. Flachgedrückte, platte Poren erzeugen oftmals einen eigenthümlichen Schiller des Obsidians.

Davon, dass man aus dem äussern Aussehen der Obsidiane nicht auf das Maass ihrer mikrolithischen Entglasung schliessen kann, liefern isländische Vorkommnisse gute Beispiele. Ein schön blauschwarzer und kaum an den Kanten durchscheinender Obsidian von den Lavafeldern um die Hekla zeigte dennoch ausser Magneteisenkörnchen und Glimmerblättchen kaum eine Spur von mikroskopischer Devitrification etwa durch Belonite oder

Trichite, während ein anderer dunkel grünlichschwarzer, schön glasiger und an den Kanten durchscheinender vom Tindastoll an der Nordküste der Insel streifenweise vertheilt ein solches Gewimmel von Beloniten aufweist, dass die Glasmasse nur wenig dazwischen zur Geltung kommt; in ausgezeichnetster Mikrofluctuationsstructur sind die Belonitstränge auf das verschiedenste und seltsamste wie ein wogendes Meer hin und her gewunden.

Ein bräunlichschwarzer Obsidian von Grönland wies farblose Mikrolithen und dunkelschwarze Trichite, beide meist in Form geradgezogener schmaler Nädelchen auf; abwechselnde Lagen, welche im Dünnschliff als papierdünne ganz licht- und dunkelgraue Streifen hervortreten, bestehen einerseits aus vorwaltender Glassubstanz mit farblosen Mikrolithen und etwas zurückstehenden Trichiten, andererseits aus stärker entglaster Obsidianmasse, in welcher die schwarzen Nadeln sehr reichlich ausgeschieden sind; die alternirenden Lagen verschwimmen übrigens ganz allmählig in einander. Hier sowie in einem Obsidian von Neuseeland haben sich an viele Trichite (mitunter auch an Belonite) überaus winzige Gebilde direct angeheftet, welche höchst wahrscheinlich feste Körnchen (wohl nicht leere Bläschen) sind. Sowohl an den geraden als an den etwas gekrümmten Trichiten sitzend, erscheinen sie bei einer Vergrösserung von 500 nur als schwarze Pünktchen, bei 800 lösen sie sich in ein Kreischen, mit schwachem lichtem Centrum auf. Oft sitzen nur wenige derselben an einem Trichit (Fig. 78), oder sie beschränken sich auf eine Seite desselben, oft wird dieser aber auch auf beiden Seiten durch eine Reihe dicht neben einander befindlicher solcher Körnchen eingefasst; dann tritt mitunter die schwarze Nadel in der Mitte gar nicht mehr deutlich hervor, sondern es bieten sich gewissermaassen zwei hart aneinandergefügte Perlschnüre dar. Auch scheint es, als ob derartige Körnchen reihenartig hintereinandergelagert Gebilde hervorrufen, welche von den vorigen mit einer wirklichen trichitischen Axe versehenen nur dann deutlich unterschieden werden können, wenn, wie dies mitunter der Fall, die unendlich winzigen Körnchen leere Zwischenräume zwischen sich lassen. Haben wir es hier vielleicht mit globuliten-artigen Elementen der Trichitbildung zu thun? Aehnlich beschreibt Vogelsang in einem glasigen Quarztrachyt von Szanto bei Tokaj verästelte Trichitgebilde, deren einzelne Fäden aus einer Aneinanderreihung von rundlichen, gelblichen oder bräunlichen pelluciden Körnchen bestehen; diese ungemein kleinen Kügelchen rechnet er wohl mit Recht zu den Globuliten[1]).

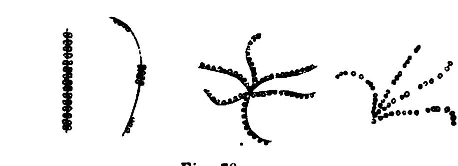


Fig. 78.

---

1) Archives néerlandaises tom. VII. 1872.

Sehr schön gebogene, gewundene und gedrehte Trichite, welche zu Flöckchen oder spinnenähnlichen Aggregaten zusammengehäuft sind, wurden in einer Obsidiankugel von Tokaj gefunden, die trotz ihrer graulichschwarzen Farbe eine ganz wasserklare Glasbasis im Dünnschliff lieferte. Diese schwarzen Mikrolithenhaare sind hier selbst zickzackartig geknickt oder schleifenartig gekrümmt; der längste Trichit würde gerade ausgezogen 0.12 Mm. lang sein bei einer Dicke von nur 0.0011 Mm.; die grösste Dicke geht bis zu 0.0017 Mm. Prachtvolle breite Ströme von farblosen Mikrolithen ziehen sich durch das Glas. Ungemein zarte Trichite in übrigens ganz derselben Ausbildung und Aggregation enthält ein Obsidian vom Rotorua-See auf der Nordinsel von Neuseeland, etwas kräftigere und dabei streifen- und schichtenweise vertheilte geben sich in den schönen sammtschwarzen Obsidianen von Mexico zu erkennen, sehr lange führt ein Obsidian vom Ararat. Die am allerseltsamsten geknickten Trichite liegen in einem von Prabacti auf Java. Die einzelnen schwarzen hier isolirten Fäden sind in wunderlichster Weise gebogen, und die längern derselben tragen oft eine fünfzigmalige blitzähnliche Knickung an sich.


Fig. 79.

Ein braunschwarzer, nicht sehr glasglänzender Obsidian von der Azoreninsel San Miguel wird im Dünnschliff zu einer lichtgrauen Glasmasse, worin sich verwaschene rundliche Flecken oder Streifen von gelblichbraunem Glas zeigen. Darin liegen, und zwar in dem gelben Glas in ganz derselben Menge wie in dem grauen, eigenthümliche, z. Th. nur leicht gebogene, z. Th. aber auch hakenförmig, wurmähnlich, ringförmig, schleifenförmig gekrümmte farblose Gebilde (Fig. 79), welche wohl nichts als krumme belonitische Mikrolithen sind, da ein vollkommener Uebergang zwischen den fast geradgezogenen und den fast kreisförmig geringelten besteht. Sie sind verhältnissmässig breit, d. h. bis zu 0.003 Mm., und in solcher Menge in dem Glase vorhanden, dass ein wahres Gewimmel derselben erscheint.

Ein eigenthümliches Glasgestein von Telkibánya in Ungarn sieht u. d. M. so aus, als wenn man feine verschiedenfarbige, graue, licht reingelbe, bräunlichgelbe, gelblichbraune und farblose Glasschichten in vielfacher Abwechslung über einander gelegt und dann diese Masse auf das Willkührlichste durcheinander geknetet und nach einer Richtung ausgezogen hätte. Abwechselnde Streifen oder Fäden von jenen verschiedenen Farben sind scharf gegenseitig abgegrenzt und oft sehr fein und zart in den sonderbarsten wurmartigen Drehungen und Windungen durcheinandergeschlungen, so dass die Präparate bei grossem Gesichtsfeld wie manches bunt marmorirte Papier

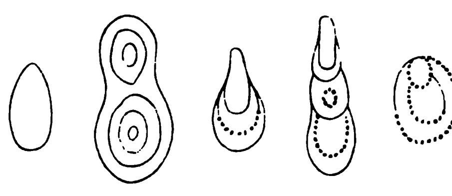
aussehen. Neben dieser durch die verschiedene Färbung hervorgebrachten ausgezeichneten Fluctuationserscheinung zeigt sich auch eine sehr hübsche Entglasung, welche vorzugsweise in den farblosen und grauen Glasstreifen stattgefunden hat und in der Erzeugung von schwarzen, geraden und geknickten Trichiten und kleinen Körnchen besteht; die Trichite sind fast überall mit der Richtung der Streifen parallel gelagert (Fig. 80). Recht ähnliche Zusammensetzung haben manche Marekanitkugeln, die ein in dünnen Schliffen fast farbloses Glas darstellen, in welchem Fäden und Streifen von lichtröthlichgelbem oder bräunlichgelbem Glas verlaufen; diese sind oft von ausserordentlicher Feinheit und gewöhnlich zu parallelen Strängen und Schichten zusammengehäuft.



Fig. 80.

Ein schwarzer Obsidian von der Hekla in Island, an den dünnsten Kanten bräunlich durchscheinend, besitzt Bruchflächen, welche ganz rauh sind durch kleine hervorstehende halbkugelige Knötchen, die aber in der Farbe keinen Unterschied machen. In der bräunlichen Glasmasse der Dünnschliffe sieht man schon mit blossem Auge einige scheinbar schwarze rundliche eingewachsene Körper (bis 1 Mm. im Durchmesser), um welche herum das Glas hellgefärbt bis farblos ist; mit der Loupe gewahrt man noch sehr viele kleine Pünktchen (bis zu 0.03 Mm. im Durchmesser hinunter), die meist keine helle Umrandung zeigen. Die grössern Concretionen ergeben u. d. M. ebensowenig wie die kleinen im Innern eine regelmässige krystallinische Anordnung, und bei gekreuzten Nicols bleiben die erstern im Centrum, die letztern ihrer ganzen Ausdehnung nach dunkel. Bei den grössern Concretionen sind die Kerne ringsum mit radial gestellten, blassgelben linearen Kryställchen rosettenartig besetzt, weshalb auch die Contouren der im Aussehen mit Kletten vergleichbaren Körper nicht scharf ausfallen, und sich bei gekreuzten Nicols ein stark erhellter mehr oder weniger farbiger Saum um den dunkeln Kern zeigt. Sind diese Concretionen so geschnitten, dass sie nur ein kleines Segment ergeben, also fast nur den Krystallbesatz darbieten, so ist der ganze Raum, den sie einnehmen, erhellt. Die kleinen Concretionen entbehren diese faserig-krystallinische Umrandung, oder sie ist nur höchst schmal daran vorhanden. Alle Gebilde aber zeigen aussen noch sehr dünne und lange gekrümmte haarförmige Fäden, welche aus den runden Haufwerken hervortretend, von deren Rande aus nach allen Richtungen ausstrahlen und an den Enden rankenartig geschweift sind. Diese Haare werden an den dicken Concretionen nicht so lang und ragen kürzer über die feinen Krystallnadeln hinaus: es scheint daher, dass um die gebildeten Kerne sich zunächst überall diese Haare ansetzten, und dann erst bei den noch weiter wachsenden dickern Körpern das Anschies-

sen der peripherischen linearen Kryställchen erfolgte. Mehrere dieser Concretionen sind übrigens aus einzelnen kleinern zusammengesetzt. In diesem knötchenführenden Obsidian von Island weisen die darin enthaltenen mikroskopischen braunen durchscheinenden (Magnesiaglimmer-) Blättchen von hexagonaler, rhombischer und rhomboidischer Gestalt und namentlich die damit zusammenhängenden punktförmigen Gebilde einen eigenthümlichen dreifachen Parallelismus auf, betreffs dessen man Kenngotts Beschreibung und Zeichnung im N. Jahrb. f. Mineral. 1870. 529. Taf. V. vergleichen möge.


Fig. 81.

Der armenische Obsidian vom Ararat, der im vorstehenden schon mehrfach erwähnt wurde, und von welchem Kenngott zahlreiche Präparate anfertigte, ergab in einigen derselben noch eine eigenthümliche und manchfaltige Ausbildungsweise der Trichite (Fig. 81). Aeusserst feine Trichitfäden bilden gestreckte elliptische bis eiförmige Ringe, welche geschlossen oder an einer Stelle offen sind. Solche Ringe treten einzeln und mit einer gewissen conformen Streckung auf, so dass die Längsaxe aller in derselben Richtung liegt, oder es liegen mehrere solcher Ringe (bis sieben) nicht ganz concentrisch in einander, oder sie liegen nur aneinander. In diesen Ringgebilden sind die Trichite häufig nur die feinsten schwarzen undurchsichtigen Fäden, oder sie kommen auch rosenkranzartig gekörnt vor, oder es lösen sich endlich die Haare in lauter einzeln getrennte schwarze Körnchen auf, die nur durch ihre Reihenfolge solche Figuren ergeben. — In denselben Obsidianen fanden sich nach Kenngott als grosse Seltenheiten noch etliche wohlgebildete mikroskopische Krystalle von besonderer Form: einige als hexagonales Prisma gebildet, an beiden Enden eine spitze Deuteropyramide mit auf die Prismenkante aufgesetzten Flächen tragend (grösster 0.44 Mm. lang, 0.04 Mm. dick) und gewiss nicht zu den Beloniten gehörend[1]; zwei gelblich durchsichtige hexagonale Krystalle, welche wie Turmalin in der vertikalen Zone das vollzählige Deuteroprisma und das hemiëdrische Protoprisma zeigten und oben auf das trigonale Prisma aufgesetzte Rhomboëderflächen sowie die Basis besassen (0.06 Mm. lang, 0.032 Mm. dick); sodann farblose, wahrscheinlich quadratische Krystalle von der Combination $\infty P \infty . P$, welche möglicherweise dem Zirkon angehören.

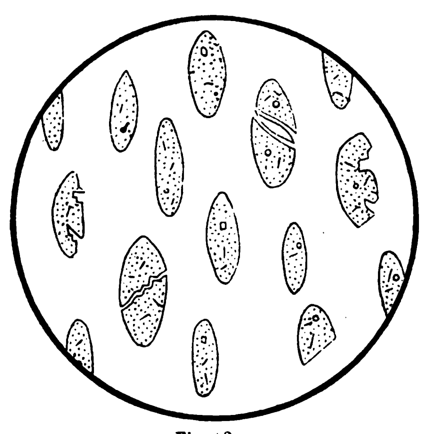
---

[1]) Als Krystalle unbestimmter Natur enthält auch der Obsidian von Prabacti auf Java farblose hexagonale Prismen, oben mit den Flächen einer Deuteropyramide und der Basis (lang bis zu 0.03 Mm.).

Für das Studium der Sphärolithe sind die Obsidiane von Lipari und Stromboli insbesondere geeignet. Die grossen, im Durchschnitt ziemlich trüben Sphärolithe bestehen aus zusammengehäuften Büscheln von graulichweissen Fasern ohne fremdes Centrum, aber mit feinen schwarzen Körnchen unregelmässig durchwachsen. Um die trübe Peripherie verläuft ein schmaler (bis zu 0.02 Mm. breiter) lichter Ring von radialen kurzen und viel klarern Fäserchen; darum zieht sich als äusserster Theil eine breitere Zone von gelblichbrauner, wie es scheint, ausserordentlich feinkörnig zusammengesetzter Masse, welche noch schwach das Licht polarisirt und nach aussen zwar ohne scharfe Grenze, aber doch deutlich von dem farblosen Glas getrennt ist.

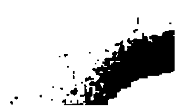
Ein Obsidian von Marschag-Hill bei Aden in Arabien wurde von J. Niedzwiedzki mikroskopisch untersucht[1]).

Ein in vielen Sammlungen verbreiteter Obsidian vom Cerro de los Navajos in Mexiko besitzt zumal im schief auffallenden Licht einen fremdartigen grünlichgelben, selbst prächtig grüngoldenen Schiller. Diese Erscheinung kommt aber hier nicht, wie sonst wohl, von zahlreichen kleinen in dem Glas enthaltenen Blasenräumen (S. 358), sondern, wie das Mikroskop lehrt, von einer andern eigenthümlichen Ursache her[2]). Das Obsidianglas ist nämlich erfüllt mit einer sehr grossen Menge von ungemein dünnen, meistens spitz eiförmigen Lamellen (Fig. 82), welche alle streng parallel nach einer Richtung in die Länge gezogen sind und ihrerseits gleichfalls aus Glas, aber von etwas abweichender Beschaffenheit bestehen. Viele Lamellen weisen an einem Theile ihres zarten Saumes, welcher dieselben aufs schärfste von dem umgebenden Obsidian trennt, wellenförmige oder scharfe Einbuchtungen und Einzackungen auf. Oder die Blättchen sind gewissermaassen nur zur Hälfte vorhanden, indem das andere Ende der sonst üblichen Eirundung nicht entwickelt ist, sondern hier eine in der Diagonale verlaufende gerade Linie die Umgrenzung darstellt. Manche Gebilde sind aber auch in der That zerbrochen, wodurch ihr solider Character gleichfalls zweifellos erwiesen wird; ein Riss, eine Spalte geht hindurch, welche das ursprünglich zusammenhängende


Fig. 82.

[1]) Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. LXIII. 1 Abth. 1871.

[2]) F. Z., Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 1.



Oval in zwei Theile scheidet, die um ein Geringes auseinandergerückt sind, oft auch eine Verschiebung ihrer Längsaxe erfahren haben. Hin und wieder gewahrt man wohl selbst eine förmliche Zersplitterung des Blättchens in drei oder vier Theile, und die äussere ovale Randlinie, welche diese Fragmente umspannt, erweist den offenbaren ursprünglichen Zusammenhang derselben. Die grösste beobachtete Länge der eiförmigen Lamellen beträgt 0.06 Mm. Sie sind so dünn, dass selbst in einem höchst zarten Schliff derselben mehrere übereinander liegen. In einem senkrecht auf die Lamellenrichtung angefertigten Präparat erscheinen diese Körper als dunkle, innerhalb des Obsidians in unverrücktem Parallelismus gezogene Striche, und hier erkennt man, dass ihre grösste Dicke 0.004 Mm. nicht übersteigt, ferner dass lamellenreiche und lamellenarme Obsidianschichten lagenweise mit einander abwechseln. Die Glasmasse der Lamellen, welche bei gekreuzten Nicols in dem Obsidianglas gar nicht hervortreten, enthält übrigens einige unendlich feine Körnchen, zarte Nädelchen und Kryställchen von rechteckiger oder quadratischer Oberfläche in sich ausgeschieden, während der eigentliche Obsidian von solchen mikroskopischen Entglasungsproducten vollständig frei ist; abgesehen von einem dadurch erzeugten etwas graulichen Ton hat das Glas der Lamellen dieselbe Farbe wie der Obsidian.

Auch hier wird also das Schillern, wie bei so manchen Mineralsubstanzen, durch interponirte fremde feste Lamellen hervorgebracht; schwierig ist es indess, genetisch sich das Erfülltsein des Obsidians mit den genau parallel gelagerten, nach einer Richtung gezogenen, übereinstimmend gestalteten, ebenso gefärbten und höchst dünnen Lamellen eines nur durch die winzigen Ausscheidungen verschiedenen Glases zu erklären. An eine Ausscheidung der Blättchen aus der erstarrenden Obsidianmasse ist wohl nicht zu denken, der zerbrochene Zustand einiger, die Stellung aller beweist aber, dass sie als festgebildete Körper schon in dem noch plastischen Obsidianmagma vorhanden waren.

Bimsstein.

Der Bimsstein, der ächte Glasschaum, besitzt, was seine eigentliche Glasmasse anbetrifft, abgesehen von der weitaus grössern Porosität derselben, im Allgemeinen ganz dieselbe Mikrostructur wie die Obsidiane[1]; bald sind die Bimssteine fast ganz reines homogenes Glas, bald durch mikroskopische Krystallbildungen und zwar vorzugsweise durch farblose Belonite mehr oder weniger stark entglast, dabei immer auch mit mikroskopischen Blasen sehr reichlich versehen. Die makroskopischen grössern Krystalle in

[1] F. Z., Zeitschr. d. d. geol. Ges. XIX. 1867. 765. Einen Trachytbimsstein aus dem Ravin des Egravats am Mont Dore (lose Blöcke) beschrieb v. Lasaulx im Neuen Jahrb. f. Mineralog. 1871. 712.



den Bimssteinen geben sich durch ihre Mikrostructur als ächte Ausscheidungen aus dem Glasmagma zu erkennen und sind keineswegs gerettete Ueberreste eingeschmolzener krystallinischer Gesteine.

Ein lichtgrauer Bimsstein der Hekla wird im Dünnschliff zu ganz farblosem Glas; ausser den grössern schon mit blossem Auge sichtbaren Schaumblasen, welche in dem Präparat Löcher hervorrufen, ist die Glasmasse durch und durch von geschlossenen leeren mikroskopischen Hohlräumen bis zu grosser Kleinheit erfüllt; die Blasen sind gewöhnlich rundlich oder eiförmig, oft auch spitz in die Länge gezogen und liegen dann meist mit dieser Direction parallel. Hier zeigt sich daneben nahezu keine Spur einer mikrolithischen Entglasung, welche z. B. auch in Bimssteinen von Lipari und vom Taupo-See auf Neuseeland fast fehlt. In einem nur ganz schwach mikrolithisch entglasten Trachytbimsstein aus dem Hliniker Thal bei Schemnitz ist es eine unendliche Menge langgezogener schmalster Hohlräume, wodurch sehr detaillirte Fluctuationsvorgänge zum Ausdruck kommen.

Ganz anders beschaffen ist dagegen ein lichtgrauer bröckeliger faseriger Bimsstein von Vas hegy, s. ö. Telkibánya; der Dünnschliff wird hier aus hin und her gewundenen Strängen zusammengesetzt, welche grössere Hohlräume zwischen sich lassen. Diese Stränge bestehen aus einer Glassubstanz, welche aber durch massenhafte Ausscheidungen von dünnen Beloniten so stark entglast ist, dass sie stellenweise nur schwach pellucid und ganz grau erscheint. An solchen Ausscheidungen reichere und ärmere Lagen wechseln mit einander ab. Spärliche schwarze Magneteisenkörnchen und sehr seltene Glimmerblättchen liegen zwischen den Beloniten verstreut. Die Belonite selbst sind in diesem Bimssteinglas stets in den einzelnen Strängen mit grosser Regelmässigkeit parallel gelagert und zwar übereinstimmend mit der Richtung der Stränge, selbst wenn dieselben, was oft der Fall, wieder in sich im Kleinen wellig gewunden oder selbst stärker gestaucht sind. Wo die Glasstränge mit ihren Belonitströmen einen grössern Feldspathkrystall umschmiegen, offenbaren sich vorzüglichste Fluctuationserscheinungen. Im Glas selbst finden sich auch noch sehr zahlreiche kleine dunkelumrandete Hohlräume, bald rundlich, bald eiförmig, bald an einem Ende spitz ausgezogen, bald an beiden wie ein Paragraphzeichen ausgeschweift, zur Kleinheit von wenigen Tausendstel Mm. hinabsinkend. Die rissigen Feldspathkrystalle führen ganz ausgezeichnete Einschlüsse von ebenfalls farblosem Glas.

Perlit.

Der Perlit besteht bekanntlich der Hauptmasse nach aus einzelnen rundlichen oder durch gegenseitige Pressung eckig gedrückten, glasigen oder etwas emailähnlichen Kügelchen, welche selbst nach Art einer Zwiebel aus einzelnen concentrisch-schaaligen lamellaren Umhüllungen zusammengesetzt sind. Bisweilen befinden sich die Kügelchen unmittelbar neben einander,



und ihre äussersten Häute verfliessen in einander (eigentlicher Perlit), anderswo liegen sie spärlicher in einer compacten, nicht rundkörnig ausgebildeten Glas- oder Emailmasse eingewachsen (Obsidianperlit), bisweilen sind noch dazu zwischen ihnen Krystalle von Sanidin und Magnesiaglimmer ausgeschieden (porphyrartiger Perlit) oder Sphärolithe vertheilt (Sphärolithperlit). In petrographischer Hinsicht gänzlich hiervon zu trennen ist der eigentliche Sphärolithfels, welcher in einer compacten (glas- oder) meistens emailähnlichen, übrigens auch Krystallausscheidungen aufweisenden Masse ächte concentrisch-faserige aber gewöhnlich nicht concentrisch-schaalige Sphärolithe oft in solcher Menge eingewachsen enthält, dass sie fast die Hauptmasse bilden. Solche vielfach mit den Perliten verwechselten Gesteine haben offenbar mit diesen weiter nichts gemeinsam, als dass sie ebenfalls rundkörnig zusammengesetzt sind, und dass in den Perliten auch mitunter Sphärolithe ausgeschieden vorkommen.

In den Dünnschliffen der ächten Perlite [1]) treten u. d. M. natürlich die Durchschnitte aller zwiebelähnlichen Glaskörnchen als mehr oder weniger regelmässig gerundete Figuren hervor, welche concentrische Curven in sich enthalten. Diese Curven pflegen aber nicht rundum geschlossene Ringe, sondern nur Kreissegmente zu bilden. Die einzelnen Schaalen tragen in der Regel ganz gleiche Farbe. In der Glasmasse der Perlitkörner haben sich nun auf vollkommen ähnliche Weise wie in den Obsidianen ganz dieselben Kryställchen: bald gerade und einfach gestaltete, bald gabelförmige farblose Belonite, bald gekrümmte oder rankenartig gedrehte belonitische Gebilde, bald andere blass gelblichgrüne Mikrolithen, bald schwarze gerade oder verbogene Trichite ausgeschieden. Zumal die email- oder porcellanähnlichen grauen Perlite sind verhältnissmässig stark entglast. Eine wider alle Erwartung sich darbietende Thatsache ist es aber, dass diese krystallinischen Entglasungsproducte ohne jedwede Beziehung zu der concentrischen Textur der Perlitkügelchen gruppirt sind (Fig. 83): in den einzelnen Kügelchen liegen hier die Mikrolithen in vollständiger Unordnung kreuz und quer durcheinander, dort durchsetzen Ströme winziger zusammengehäufter Belonite in ganz willkührlicher Weise die Glasschaalen eines Perlitkorns oder

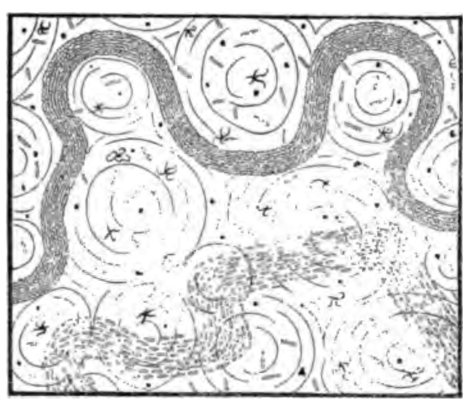


Fig. 83.

[1]) F. Z., Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XIX. 1867. 768.

ziehen sich in anhaltendem, sei es geradem, sei es gekrümmtem Verlauf ungehindert durch mehrere Perlitkörner hindurch. Die mikroskopische Entglasung und die perlitische Schaalentextur sind von einander vollkommen unabhängig. Um so weniger haben die Perlitkörner und Sphärolithe irgend etwas gemeinsam, und die Perlittextur scheint eine reine Contractionserscheinung zu sein.

Die ausgeschiedenen Feldspathe, unter denen sich wiederum manche trikline finden, sowie der Magnesiaglimmer sind ebenfalls ohne jedwede Rücksicht auf die concentrisch-schaalige Textur der Perlitkörner angeordnet. Mikroskopische Glimmerblättchen, Magneteisenkörnchen treten auch hier häufig hervor, hin und wieder daneben ein Eisenglanztäfelchen. Niemals besitzen die Perlitkörner als deutlich ausgesprochenes Centrum einen fremden Krystall oder ein individualisirtes Korn, wie es bei den grössern Sphärolithen so oft der Fall ist. Die bei den Perlitkörnern gar manchmal sich zeigende Erscheinung, dass die mikroskopischen Fugen nicht nur zwischen den einzelnen Körnern, sondern auch namentlich zwischen den einzelnen Glasschaalen bei gekreuzten Nicols als schmale, lichte gekrümmte Linien sichtbar werden, ist wohl auf Depolarisation des Lichtes an den Wänden dieser feinen Spältchen zurückzuführen.

Die ungarischen ausgezeichneten Perlite verhalten sich in mikroskopischer Hinsicht einander recht ähnlich. Bei den bekannten sphärolithführenden von der Glashütte bei Schemnitz wird die eigentliche perlitische Masse zu einem farblosen Glas, worin eine ganz unfassbare Menge von ebenfalls farblosen oder etwas graulichen Beloniten ausgeschieden ist; stellenweise sind dieselben in paralleler Gruppirung zu dichten Strängen zusammengedrängt, stellenweise in der grössten Unordnung kreuz und quer durcheinander gesäet, hier, wie es scheint, nicht so ausserordentlich massenhaft. In diesem Gewimmel der nicht parallelen finden sich neben geraden Individuen auch recht krumme, durch alle Uebergänge mit einander verbunden. Deutlich zeigt sich hier der Mangel einer jeden Beziehung zwischen der Gruppirung der Mikrolithen und der concentrischen Structur der Glaskörner: die Entglasung ist ebenso völlig willkührlich wie in einem nicht rundkörnig beschaffenen compacten Obsidian. Die Sphärolithe enthalten im Centrum mitunter einen mit blossem Auge im Dünnschliff sichtbaren oder mikroskopischen Feldspath; ausserdem kommen auch excentrisch eingewachsene Feldspathe darin vor, selbst so excentrische, dass sie nicht vollständig vom Sphärolith umhüllt werden, sondern zum Theil in das Glas hinausragen. Um die kleinern Sphärolithe schmiegen sich die in zwei Arme getheilten Belonitströme sehr hübsch augenartig herum.

In andern ungarischen Perliten werden die Glaskügelchen, welche nicht unmittelbar einander berühren, durch Zonen von Glas getrennt, welches aus ungeheuer feinen, farblosen, grauen, gelben, braunen, schwarzen Strei-

fen besteht, Streifen, von denen manche nicht einmal 0.001 Mm. breit sind, und welche auf das verschiedenste abwechseln. Indem solche ausserordentlich zart bunt gezeichneten Bänder sich hin und wieder zwischen den einzelnen Glaskörnern, diese von einander isolirend, in den verzerrtesten Windungen einherschmiegen und zudem diese Zonen oft noch in sich sehr fein wellig gekräuselt sind, entstehen recht sonderbare Durchschnittsbilder. Die Belonitenstränge streichen auch hier in geschwungenen Bogen ungehindert durch mehrere benachbarte Glaskörner fort. Viele farblose, auffallend gekrümmte belonitische Ranken haben sich gewöhnlich zu mehrern mit einem Ende vereinigt, welches oft gerade an eines jener schwarzen Magneteisenkörner geheftet ist, deren zahlreiche in dem Glas vertheilt liegen. Diese Ranken zeigen auch die den gerad gezogenen Beloniten sowie den Trichitfäden analoge Erscheinung, dass sie an ihren Enden mitunter in einzelne hintereinander liegende kornähnliche Gliedchen aufgelöst sind.

Ein Sphärolithfels von Schemnitz ist eine stellenweise halbglasige, stellenweise förmlich porcellanähnliche und wachsglänzende, lichter oder dunkler graue, hier ganz homogene, dort etwas perlitisch beschaffene Masse, worin sehr zahlreiche erbsengelbe Sphärolithe, ebenfalls sehr reichliche schwarze Glimmerblättchen, aber sehr spärliche Feldspathe eingewachsen sind. In dem an sich farblosen Glas wimmelt es u. d. M. von belonitischen Ausscheidungen in ganz ungeheurer Anzahl, womit ohne Zweifel das porcellanartige Aussehen des Gesteins zusammenhängt. Die Belonite sind manchfaltig ausgebildet, bald wie gewöhnlich gerade gezogen und dann zu dichten Schaaren zusammengedrängt, bald etwas krumm gebogen, bald nach einer geraden oder gekrümmten Linie in längere oder kürzere Gliedchen scheinbar zerstückelt; daneben erscheinen farblose, hier isolirte, dort mit einem Ende zusammenhängende, auf das verschiedenartigste gewundene Ranken: während bei den meisten die Seitenränder parallel sind, laufen sie bei andern wellig hin und her, so dass die Ranke abwechselnd sich verschmälert und erbreitert (vgl. Fig. 39, S. 90); dieselbe Erscheinung zeigen auch vereinzelte der gewöhnlichen ächten Belonite, ferner beobachtet man Ranken, welche gar nicht zusammenhängen, sondern aus einzelnen nach einer Curve angeordneten Körnchen bestehen und ihr Analogon in den gliedweise zerstückten geraden oder etwas gekrümmten ächten Beloniten finden. Die breitern Ranken polarisiren das Licht sehr deutlich. Im Allgemeinen halten sich die Schaaren gerader und kurzer Belonite von dem Gewirre dieser Kringel getrennt, und nur selten trifft man Belonit-Nadeln und -Ranken durch einander vermengt. Hin und wieder auch einzelne sehr dünne schwarze Trichite. Bei den Feldspathkrystallen sind entweder die Glaseinschlüsse im Centrum zu einem Haufen zusammengedrängt, dessen Umgrenzungen mit den Feldspathrändern parallel laufen, oder es



zieht sich um einen innern reinen Feldspathkern eine der Krystallumrandung parallele Zone von reihenförmig neben einander liegenden Glaseinschlüssen, deren Längsaxen auch noch bei den einzelnen Zeilenrichtungen parallel sind.

Den Mikrolithen im Perlit scheint eine besondere Liebhaberei beizuwohnen, rankenartig gekrümmte, fadenförmig verschlungene Gebilde zu erzeugen, welche im Allgemeinen hier ganz beträchtlich häufiger sind als in dem Glas etwa der Obsidiane, Bimssteine, Pechsteine. So finden sich dieselben auch in dem sehr stark fettglänzenden Perlit vom Mount Sommers auf der Südinsel von Neuseeland, welcher aus graulichen stecknadelkopfgrossen Glaskügelchen besteht, die durch eine homogene spärliche Glasmasse von derselben Farbe verbunden und mit sehr zahlreichen gelblichweissen rissigen Feldspathen durchwachsen sind. Das im Dünnschliff fast farblose Glas enthält Aggregate von ungemein feinen, deutlich farblosen geschweiften, wimperähnlichen Fädchen, wie es scheint, die Stelle der gewöhnlichen geraden Belonite vertretend, welche hier nicht vorkommen. Da diese Ranken-Aggregata nur wenige Tausendstel Mm. im Durchmesser besitzen, so mag man ermessen, wie unendlich winzig die einzelnen Zweiglein sind. Ziemlich reichlich erscheinen schwarze Trichite (grösste Länge 0.011 Mm., grösste Dicke nur 0.0015 Mm.), welche oft in deutlichster Weise tangential um die makroskopischen Feldspathkrystalle angeordnet sind. — Auch in einem dunkelbraunschwarzen Perlit der Euganeen von Cattajo zeichnen sich die mikrolithischen Entglasungsgebilde durch vielfach abwechselnde Gestaltungsweise aus.

Reich an Trichiten ist ein eigenthümliches Gestein von Telkibánya in Ungarn, welches aus rundlichen dunkel grauschwarzen, obsidianartigen Glaskörnern besteht, die durch eine lichtgraue, nur schimmernde, halbglasige Masse von einander getrennt werden. Die geraden, gekrümmten oder im Zickzack geknickten Trichite scheinen bei sehr starker Vergrösserung etwas röthlichbraun durch; sie und die daneben vorkommenden Belonite liegen stellenweise kreuz und quer, stellenweise sind beide Arten von Gebilden bunt durch einander gemengt, so staunenswerth regelmässig parallel, dass oft in einem ganzen Gesichtsfeld keins der Hunderte von Nädelchen in seiner Gruppirung einen Fehler gemacht hat. Und diese Parallelität setzt, ohne sich im geringsten um die Schaalentextur zu kümmern, ungehindert durch mehrere benachbarte Körner fort.

Pechsteine.

Schon aus geologischen Gründen empfiehlt es sich, die Pechsteine in zwei auch durch das Alter verschiedene Gruppen zu sondern, von denen die eine mit den ältern Quarzporphyren, die andere mit den jüngern sauertrachytischen Gesteinen, Lipariten und Obsidianen in enger Verbindung



steht, und welche man daher als Porphyrpechsteine (Felsitpechsteine) und Trachytpechsteine bezeichnen kann. Sind sie aber auch in ihrer chemischen Zusammensetzung fast übereinstimmend und in ihrem allgemeinen Ansehen manchmal recht ähnlich, so weisen sie doch bezüglich ihrer Structur erhebliche Abweichungen auf, die nahezu charakteristisch zu nennen sind[1]).

Die mit Quarzporphyren zusammenhängenden Pechsteine, als deren Repräsentanten namentlich die bekannten Gesteine von Meissen gelten, und die trachytischen unterscheiden sich dadurch, dass die erstern hauptsächlich durch Felsitsubstanz, die letztern durch Mikrolithen-Ausscheidung entglast sind.

In dem amorphen, einfach brechenden meist lichtgraulich,- grünlich, -bräunlich gefärbten Glas der Porphyrpechsteine finden sich nach den bisherigen Untersuchungen Mikrolithen nur ganz vereinzelt, dagegen Streifen, Stränge, Adern, dünne kugelförmige, oft mehrfach concentrisch einander umhüllende und durch Glas getrennte Schaalen, solide keulen- oder spindelförmige oder rundliche Ansammlungen einer der Grundmasse der Quarzporphyre ähnlichen Felsitsubstanz, welche an Menge in den meisten Vorkommnissen gegen das Glas weit zurücksteht und nur in wenigen demselben das Gleichgewicht hält. Wie die Grundmasse der Quarzporphyre (vgl. S. 325), so ist auch diese makroskopische Felsitmaterie mikroskopisch abweichend beschaffen: bald ist es eine nicht individualisirte ächt mikrofelsitische Substanz (vgl. S. 280), welche das Licht einfach bricht, bald ein Aggregat unendlich feiner Fäserchen oder dünner Keilchen oder unbestimmt individualisirter Körnchen; mit der letztern Ausbildung pflegt eine schwache Polarisationswirkung verbunden zu sein, welche sich nur selten zu der Intensität erhebt, wie sie ein feines Gemenge ächt krystallinischer Körner darbietet.

Sanidin, Plagioklas, Quarz, Magnesiaglimmer zeigen sich in diesen Pechsteinen ausgeschieden. Die drei erstern enthalten ausgezeichnete Einschlüsse des umgebenden Glases (in allen Fällen stets wie dieses gefärbt), wie auch der felsitischen Masse und erweisen sich so als von Anfang an aus dem ursprünglichen Glasmagma des Pechsteins herauskrystallisirt. Die Dünnschliffe enthüllen mitunter schon dem blossen Auge, mitunter erst u. d. M. in zahlreichen Fällen eine ausgezeichnet concentrisch-schaalige perlitähnliche Textur, von welcher man gewöhnlich bei einer Betrachtung der Handstücke nichts merkt; bei Quarzporphyren kommt bekanntlich etwas ähnliches vor. Auch sind mikroskopische Sphärolithe, ganz mit denen in

---

[1]) Vgl. über die mikroskopische Beschaffenheit dieser Pechsteine: F. Z., Zeitschr. d. d. geol. Ges. XIX. 1867. 790. Vogelsang, Philosophie d. Geologie 1867. H. Behrens, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt XXI. 1871. 297.



Obsidianen, Trachytpechsteinen und halbglasigen Lipariten übereinstimmend, eine recht verbreitete Erscheinung, und gleichfalls offenbart das Mikroskop in sehr vielen eine deutliche Fluctuationstextur. Erwähnung verdient noch, dass in der Glasmasse dieser Pechsteine fast niemals Dampfporen gefunden werden, welche in den wasserfreien Gläsern, wie Obsidian, so häufig sind.

Wie man längst erkannt hatte, dass der Meissener Pechstein in geologischer Hinsicht mit den benachbarten Quarzporphyren zusammenhängt, so stellt sich auch dieser Verband bezüglich der mikroskopischen Structur heraus. Der Pechstein nimmt eine Mittelstellung ein zwischen einem idealen homogenen Glas und dem Porphyr: er ist gewissermaassen in der Entwicklung zu letzterm gehemmt worden, und wäre die Entglasung in der Ausbildungsweise, welche sie eingeschlagen hat, sowie die Ausscheidung grösserer Krystalle weiter fortgeschritten, so wäre ein ächter normaler Quarzporphyr daraus hervorgegangen.

Das Wasser, welches der Pechstein beim Glühen abgibt, ist darin nicht mechanisch, etwa als mikroskopische Partikel, sondern nach aller Wahrscheinlichkeit chemisch in dem Glas vorhanden. Jene Wassermenge, welche offenbar das ursprüngliche Magma besass, wurde bei der Ausbildung zu Pechsteinen, wie es scheint, von dem Glas gebunden, bei der zu Porphyr (wenigstens zum Theil) vorzugsweise und zwar mechanisch von den Quarzkrystallen zurückgehalten, in denen sich u. d. M. reichliche Flüssigkeitseinschlüsse nachweisen lassen. Bemerkenswerth ist, dass die Quarze der Pechsteine fast immer gänzlich frei von liquiden Einschlüssen befunden werden.

Dass die Bildung der — wie angeführt, mikroskopisch etwas abweichend beschaffenen — Felsitmaterie innerhalb des Glases uranfänglich bei der Verfestigung des Gesteins erfolgt ist und nicht durch spätere Processe, etwa durch Durchwässerung hervorgerufen wurde, ist auch für den Pechstein das wahrscheinlichste (vgl. Quarzporphyr S. 329). Allerdings gewähren die das Glas durchziehenden felsitischen Adern und Stränge oftmals einen Anblick, der durchaus an Producte einer molecularen Umwandlung längs Spältchen erinnert. Allein das zugehörige Spältchen ist sehr häufig gar nicht zu erkennen, und wo es vorliegt, da ist vielleicht die Annahme gestattet, dass seine Bildung und die Entstehung eines Entglasungssaumes gleichzeitige, und zwar schon während der Verfestigung des Gesteins erfolgende Processe waren. Jene rundlichen, den Sphärolithen in künstlichen und natürlichen Gläsern analogen Ausscheidungen von Felsitmasse aber, welche in der That isolirt mitten im compacten Glas liegen, mit keinem ersichtlichen Capillar-Klüftchen irgendwie im Zusammenhang stehen und allseitig scharf umrandet sind, lassen offenbar keine andere Deutung als die ursprünglicher Entglasungsgebilde zu. Und ferner weisen die Einschlüsse von scharf begrenzter Felsitmasse in den compacten Quarzkrystal-

len entschieden darauf hin, dass zu jener Zeit der ersten Verfestigung, als diese Krystalle sich ausschieden, eine Masse zugegen war, welche entweder schon Felsit darstellte oder die Disposition in sich trug, zu Felsit zu werden. Mit diesen Ausführungen soll indessen die Möglichkeit der auf nassem Wege vermittelten allmähligen Umbildung von Glas in eine — wie immer mikroskopisch beschaffene — Felsitsubstanz keineswegs bestritten werden; am ehesten noch dürfte man, wie es scheint, solche Processe bei den rothen Pechsteinen voraussetzen.

Der Quarz ist in diesen Pechsteinen fast immer, wenn auch roh, krystallisirt (meist Dihexaëder auf kurzer Säule) und dadurch sowie durch die Compactheit seiner Masse stets von dem sehr stark rissig zersprungenen Feldspath zu unterscheiden. Wo ein felsitisches Aderngeflecht kleine rundliche farblose Glaskörner umschliesst, da könnte man diese vielleicht auf den ersten Blick mit den Quarzen verwechseln; aber abgesehen von dem Probemittel des polarisirten Lichts, besitzt im gewöhnlichen die geschliffene Oberfläche des Glases viel grössere Rauhheit als die des Quarzes. Arme und Keile der Felsitmasse ragen auch hier wohl streckenweise in die Quarze hinein, wie in diejenigen der Quarzporphyre.

Bei dem grünen Pechstein vom Buschbad bei Meissen umflechten u. d. M. bald breitere, bald schmälere Felsitadern von grünlichgrauer Farbe zahlreiche wasserklare und rundliche bis erbsendicke Körner von Glas sowie spärliche Krystalle oder krystallinische Körner von Quarz, Sanidin und Plagioklas, so dass hierdurch eine ausgezeichnete rundkörnige Textur hervorgebracht wird. Diese Textur erscheint dadurch noch bis in das kleinste Detail verfolgt, dass sowohl die im Dünnschliff dem blossen Auge und selbst der Loupe homogen erscheinenden, gewundenen felsitischen Stränge in ihrer Masse wiederum noch kleinere mikroskopische Glaskörnchen umwickelt enthalten, als auch die grössern Glaskörner in sich feine concentrische, Kreistheile darstellende Ringe felsitischer Materie besitzen. Die Begrenzung zwischen felsitischer und glasiger Substanz ist an allen diesen Punkten gewöhnlich nicht geradlinig, sondern es erstrecken sich dort warzenförmige oder moosförmige Felsitprotuberanzen in das Glas hinein, auch liegen isolirt inmitten des letztern moospolsterähnliche kleine felsitische Ausscheidungen. Die umzingelten Glaskörner enthalten in ziemlicher Menge schwarze sehr unregelmässig geformte und ganz impellucide Körnchen von wenigen Tausendstel Mm. Dicke.

An gewissen braunen Meissener Pechsteinen ist ausgezeichnet die Gestaltung und Vertheilung der Felsitmasse zu beobachten. In dem farblos oder blassbraun gewordenen Glas des Dünnschliffs liegen scharf abgegrenzt vereinzelte kugelförmige, traubige, nierenförmige, keulenförmige Ausscheidungen von oft sehr schön radialfaseriger, oft aber auch nur feinkörniger Textur und bald lichter, bald dunkler gelber Farbe. Bei starker Vergrös-

serung gewahrt man, dass diese Aggregationen an der Peripherie sehr zierlich und fein moosartig ausgebildet sind. Daneben finden sich aber auch ausgedehnte, vollkommen zusammenhängende krystallinische Stellen von schmutzig graulichgelber oder bräunlichgelber Farbe und gewöhnlich feinkörniger, mitunter auch etwas faseriger Textur, in Aussehen und optischer Wirkung recht ähnlich der Grundmasse mancher Quarzporphyre; diese felsitischen Partieen bilden meist breite Streifen, die den Dünnschliff nach allen Richtungen durchlaufen. Bei gekreuzten Nicols tritt auch das winzigste Felsithäufchen, das zarteste und feinste Aestchen dieser Masse wegen ihrer hier ziemlich krystallinischen Entwicklung sehr deutlich hervor. Detaillirte Fluctuationserscheinungen werden dadurch vorgeführt, dass ganz dünne, durch Glassubstanz getrennte Streifen der felsitischen Materie zu zahlreichen neben einander gruppirt, die allerverworrensten Windungen und Stauchungen offenbaren, namentlich schön sich um Krystalle herumschmiegen. Ausserdem bilden schwarze opake Körnchen von grosser Feinheit hinter einander geordnet mehrfache Reihen, die ebenfalls seltsam gekrümmt und verschlungen sind.

Andere braune Meissener Pechsteine besitzen eine sehr deutliche perlitähnliche Structur, indem sie im Dünnschliff einzelne einander berührende Kugeldurchschnitte darbieten, welche selbst im Innern feine concentrische Ringe enthalten, die zwiebelartig sich umhüllenden Schaalen entsprechen. U. d. M. sind sowohl die einzelnen grössern Glaskügelchen als die im Innern derselben verlaufenden concentrischen ringartigen Fugen zwischen den einzelnen Schaalen mit einer etwas dunkler bräunlich, als das Glas, gefärbten felsitischen Masse schmal eingefasst, welche mitunter feintraubige, kurze Aeste in das umgebende Glas hineinsendet. Stränge dieser felsitischen Materie ziehen ausserdem völlig unabhängig von der Perlittextur durch das Gestein hindurch, die Kugeln und concentrischen Schaalen derselben ganz willkürlich durchschneidend. In diesen Varietäten gewahrt man auch, die Aehnlichkeit mit Perliten noch erhöhend, runde Sphärolithe (bis 0.08 Mm. Durchmesser), welche aus farblosen, mitunter leicht getrübten dünnen Keilchen bestehen.

Die rothen Pechsteine von Meissen besitzen ein farbloses Glas zur Basis, welches aber vor den reichlichen Felsitbildungen zurücktritt; Krystalle von Quarz oder Feldspath fehlen darin gewöhnlich ganz. Die Felsitmasse erscheint als traubige, keulen- oder nierenförmige Ausscheidungen von mitunter körniger, meist aber faseriger Textur, welche bald sphärolithartig isolirt im Glas liegen, bald aber sehr dicht an einander gedrängt sind und so eine zusammenhängende Masse darstellen, deren Durchschnitt erweist, dass sie aus zahlreichen, innig verwobenen und in einander verflossenen Fasersystemen besteht. Die Farben der letztern sind gewöhnlich im Innern gelb, äusserlich roth, alle polarisiren sie stärker oder schwächer das Licht.

Zierlich sind die kleinen sphärolithartigen Kügelchen mit gelbem Kern und rother moosähnlich ausgebildeter Peripherie. Durch diese rothen Säume treten auch da, wo sehr zahlreiche dieser Körper zu zusammenhängenden Massen aggregirt sind, die Contouren der einzelnen insbesondere deutlich hervor. Mitunter haben sich mehrere der felsitischen Ausscheidungen hinter einander zu länglich keulenförmigen Gestalten zusammengruppirt, deren Längsdurchschnitt gleichfalls zeigt, dass sie um die Axe gelb sind, nach aussen roth werden.

Eine ganz andere mikroskopische Beschaffenheit als die vorhergehenden trägt der schwarze sog. Pechsteinporphyr von Spechtshausen bei Tharand zur Schau mit seinen zahlreich ausgeschiedenen weissen Feldspathen und den rundlichen, von rother Zone umgebenen felsitischen Kugeln. Als Basis erscheint u. d. M. eine dunkelgraue Glassubstanz, in welcher eine ganz unfassbare Anzahl feiner schwarzer Pünktchen eingewachsen ist, weshalb sie wie mit dunklem Staub erfüllt aussieht. Je stärkere Vergrösserung man anwendet, desto mehr solcher Körnchen treten in dieser Glasmasse hervor, und wo dieselbe nur ganz dünne Häute bildet, gewahrt man, dass sie eigentlich an sich farblos ist, und ihre in dickern Schichten bräunlichgraue Farbe vorzugsweise durch reichlich eingewachsene unendlich feine Pünktchen dieser Art (wahrscheinlich Globuliten-ähnliche Gebilde, vgl. S. 273) hervorgebracht wird. Stellenweise sind dickere dieser Körnchen perlschnurartig aneinander gereiht, mehrere dieser schwarzen Fäden parallel neben einander zu Strängen verbunden und diese Stränge dann mit schönsten Fluctuationserscheinungen auf das Verschiedenartigste gewellt, hin und her gewunden und gestaucht. Bisweilen gruppiren sich daneben dickere schwarze Körnchen streng linear hinter einander zu nadelähnlichen Gebilden. Vielfach aber verlaufen auch die Reihensysteme der dunkeln Fäden recht geradlinig, und in eigenthümlicher Weise stossen dann mehrere solche Systeme schiefwinkelig auf einander, gleichsam als ob man es mit einer Anzahl von einzelnen Glasfragmenten zu thun habe, welche regellos zusammengehäuft sind. Dieser Eindruck einer Breccie halberstarrter aneinandergepresster Glasstücke wird dadurch noch erhöht, dass hin und wieder höchst scharf begrenzte Flecken von intensiv braunem Glas ersichtlich sind, welche sich, abgesehen von der Farbe, durch den gänzlichen Mangel irgend einer punktförmigen Ausscheidung auffällig auszeichnen. Die makroskopischen Kügelchen des Gesteins erweisen sich u. d. M. als aus einer unbestimmt körnigen Felsitmasse von schmutzig gelber Farbe bestehend, die der Grundmasse mancher Quarzporphyre sehr ähnlich ist. Die rothe Zone, welche diese Ausscheidungen, gerade wie es bei den ganz kleinen mikroskopischen anderer Pechsteine der Fall, aussen umgibt, ist in der Regel nach dem umgebenden Glas zu scharf abgegrenzt, nach der innern felsitischen Masse zu verschwimmend. Die grössern dieser Ausscheidungen

besitzen mitunter strahlig faserige Stellen, die kleinern, regelmässiger runden, bis zu einem Durchmesser von wenigen Hundertstel Mm. hinabsinkenden sind aus oft gänzlich verworren gruppirten graulichgelben Fäserchen zusammengesetzt und stellen ächte Sphärolithe dar. Auch erscheinen hier in dem Glas wieder die keulenförmigen, innen gelben, aussen röthen Gebilde. Alle die felsitischen Ausscheidungen dieses Pechsteins, die grössten wie die kleinsten, müssen gemäss ihrem mikroskopischen Befund als Zusammenballungen von Entglasungsmaterie gelten, und namentlich können auch die grössern Kugeln nicht als rundlich abgeschmolzene Felsitporphyr-Bruchstücke betrachtet werden. Unter den ausgeschiedenen Krystallen findet sich auch Quarz, der makroskopisch nicht wohl hervortritt.

Auch der dunkelbraune oder schwarze Pechstein von Planitz bei Zwickau weist eine abweichende Ausbildungsweise auf. Die Hauptmasse besteht aus farblosem Glas, in welchem ziemlich scharf abgegrenzte schmale Striemen, Lappen und Zungen von braunem Glas liegen. Beide Glasarten enthalten bald durchscheinende, bald weniger pellucide rundliche und eckige Körnchen (sowie manchmal kurze keulige Säulchen) stellenweise in ungeheurer Menge in sich, welche in den braunen Glaspartieen etwas dunkler zu sein scheinen. Die ausgezeichnete Fluctuationstextur, welche bei diesem Gestein so deutlich wie bei wenig andern ausgeprägt ist, wird dadurch erzeugt, dass sowohl die braunen Glasstreifen die seltsamsten Windungen und Biegungen vorführen, als auch jene winzigen Körnchen zu strichähnlichen dunkeln Fäden aneinandergereiht sind, welche auf das abwechselndste verdreht und gestaucht verlaufen. Hin und wieder offenbart sich daneben eine perlitische concentrisch-schaalige Structur. Von den ziemlich zahlreichen und grossen ausgeschiedenen Krystallen gehören die farblosen theils dem Plagioklas, theils dem Quarz an, beide führen hübsche Einschlüsse farblosen und braunen Glases. Ferner findet sich brauner lamellarer Magnesiaglimmer, bisweilen in unverkennbaren selbst am Ende aufgeblätterten oder verbogenen Fragmenten; ausserdem erscheinen dicke säulenförmige Hornblendekrystalle von grüner Farbe, Stücke von Magneteisen, und nach Behrens auch hier und dort gelbliche durchsichtige rissige Klumpen einer stark doppelbrechenden Substanz, die kaum für etwas anderes als für Augit gelten könne.

Verschieden durch ihre Mikrostructur von den meisten übrigen Pechsteinen sind die ausgezeichneten Vorkommnisse auf der schottischen Insel Arran, namentlich an der Westküste bei Tormore und an der Ostküste bei Corriegills dem untern Steinkohlensandstein eingeschaltet [1]). Die eigentliche

[1]) F. Z., Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. XXIII. 1871. 42. Geologisch gehört der Arraner Pechstein zu den dortigen Quarzporphyren, welche aber wegen des sanidin-



Basis ist ein im Dünnschliff fast farbloses Glas, welches mit einer grossen Anzahl mikroskopischer Ausscheidungsproducte erfüllt ist, und worin meist scharfbegrenzte Krystalle von Quarz und Feldspath liegen. Dazu gesellt sich vereinzelt in grössern Krystallen ein grünes säulenförmiges Mineral, welchem die Hauptmasse der Mikrolithen und anderer krystallitenähnlicher Gebilde angehört. Dieses Mineral wurde früher von F. Z. und von H. Vogelsang für Hornblende angesehen, während S. Allport dasselbe für Augit erklärt, weil es gar keinen Dichroismus zeigt, und er an einer durchgeschnittenen Säule die Winkel 132°, 137°, 87° beobachten konnte. Da es sowohl mit dieser dichroitischen Indifferenz als mit dem Auftreten der Augitwinkel an den Querschnitten der Prismen in der That seine Richtigkeit hat, so müssen wohl die dicken grünen Säulen sammt den zugehörigen Mikrolithen und andern Ausscheidungsproducten für Augit gelten. Bei dieser Deutung ist indess der allen andern makroskopischen und mikroskopischen Erfahrungen zuwiderlaufende reichliche Augitgehalt in einem Glasstein mit 63.50 pCt. Kieselsäure ebenso auffallend wie der Umstand, dass hier der Augit alle jene gabelförmigen, ausgefranzten Prismen und Mikrolithen bildet, welche sonst niemals ihm, sondern allemal nur der Hornblende, z. B. der Phonolithe eigen sind.

Die roh sechseckigen und viereckigen Durchschnitte der Quarzdihexaëder sind durch die Compactheit ihrer Substanz auf den ersten Blick von den Feldspathen zu unterscheiden, welche sich im polarisirten Licht unvermutheter Weise grösstentheils als Plagioklase zu erkennen geben. In diesen beiden Gemengtheilen liegen reichlich die ausgezeichnetsten und zierlichsten Einschlüsse: ganz kleine Glaspartikel, entweder völlig rein, oder durch winzige blassgrünliche Pünktchen und Nädelchen, sowie grössere, stärker durch ein Gewimmel kleiner ebensolcher Körnchen und Stachelchen (gerade wie die benachbarte Pechsteinmasse) entglaste hyaline Theile. Vortrefflich gewahrt man, wie die im Quarz liegenden kleinern Glaspartikel hexagonalen und rhomboidalen, diejenigen im Feldspath länglich rechteckigen Umriss besitzen, so dass man schon aus der Configuration derselben zu erkennen vermag, ob es Quarz oder Feldspath ist, der sie einhüllt [1]). Wo ein Spältchen einen Einschluss getroffen hat, da ist derselbe licht-

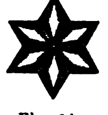
artigen Orthoklases und der Krystallgestalt ihrer Quarze sich petrographisch einigermaassen den Trachyten nähern.

Eine treffliche Beschreibung der merkwürdigen Ausscheidungsproducte und eine wohlgelungene farbige Abbildung gab Vogelsang in den Archives néerlandaises tome VII. Sehr ausführliche Mittheilungen über die Arraner Pechsteine verdanken wir auch Samuel Allport im Geological magazine IX. 1872. 1.

[1]) Sorby hat früher schon (Quart. journ. of the geol. soc. XIV. 1858) die charakteristischen Glaseinschlüsse abgebildet; die fig. 57, 60, 62 liegen aber nicht im Feldspath, sondern im Quarz des Pechsteins.

schmutzigbraun und halbtrübe geworden, auch die hyaline Grundmasse an den äussern scharfen Grenzen der Krystalle erweist sich hier und da als schmale Zone etwas trüblich verändert. Quarz und Feldspath sinken nicht zu eigentlich mikroskopischer Kleinheit hinab; oft täuscht das Ansehen der Handstücke über deren Gegenwart, indem manche Varietäten ganz homogen dunkelgrün ohne Einsprenglinge erscheinen, im pelluciden Dünnschliff aber dennoch eine ganze Menge derselben selbst makroskopisch hervortritt. Ueber die dicken, nicht sehr langen dunkelgrünen Krystalle, gleichfalls mit Glaskörnern durchsprenkelt, vgl. oben; ausserdem Magneteisenkörner bis zu 0.5 Mm. Dicke; hin und wieder ist einmal eine grüne Nadel durch ein dickeres Individuum von Magneteisen hindurchgesteckt. Nicht selten sind in dem Arraner Pechstein hübsche eiförmige oder hufeisenförmige Sphärolithe, die im Handstück oder Dünnschliff als winzige matte Körnchen oder Fleckchen erscheinen; es sind im Durchschnitt blassgelblichgraue Aggregate von büschelartig auseinanderlaufenden zarten Fasern, deren Ausstrahlungspunkt aber oft nicht in der Mitte, sondern excentrisch liegt; sie wirken deutlich auf polarisirtes Licht, sind oft etwas trübe geworden, stets aber scharf abgegrenzt; auch sie haben bisweilen grüne Nädelchen in verschiedenen Richtungen eingeschlossen.

Die mikroskopischen Entglasungsgebilde innerhalb der eigentlichen Glasbasis dieser Pechsteine, welche, wie angeführt, im Dünnschliff eine fast farblose einfach brechende Masse ist, gehören nach den obigen Erörterungen dem Augit an, sind aber etwas abweichend ausgebildet. Die durch grössere oder zahlreiche Quarz- und Feldspathkrystalle ausgezeichneten, dazu auffallend sphärolitharmen Varietäten führen kleine blass- oder grasgrüne Säulchen und Nädelchen, dünn und ziemlich lang, an den Enden oftmals dichotom oder ausgefranzt, häufig zu mehrern kreuzförmig, sternförmig, büschelförmig verbunden. Diese Mikrolithen sinken herunter zu ganz schwachgrünen höchst feinen Stachelchen und Häärchen. Bilden sie das eigentliche mikroskopische Ausscheidungsproduct, so ist die dazwischen befindliche amorphe Basis gewöhnlich reines klares Glas. Zierliche dieser Nädelchen sitzen sehr häufig um die Ränder der Quarze und Feldspathe, und selbst die dickern Magneteisenkörner und grössern Augitindividuen sind wohl mit solchen zarten Borsten um und um dicht bewachsen. Ab und zu haben sich die grünlichen Mikrolithen in der Glasmasse zu Strängen dicht verfilzt und zusammengewoben, und zwischen diesen graugrünen Lagen, welche in ihrem Verlauf sehr deutliche Fluctuationserscheinungen kund geben, ziehen sich dann Streifen reinen klaren Glases einher. In diesen Pechsteinen gewahrt man auch eigenthümliche, ganz blassgrünliche, aus sechs gefiederten Strahlen bestehende Sterne von grosser Zartheit (Fig. 84), welche in ihrer Gestaltung täuschend manchen Schneefiguren


Fig. 84.

gleichen; es sind, wie Vogelsang mit Recht bemerkt, Bildungen, welche durchaus mit den federförmigen grossen Krystalliten übereinstimmen, die er aus einem Glas von Stolberg sehr eingehend beschrieb; ihre Grösse geht bis zu 0.03 Mm.: sie finden sich nicht gleichmässig durch das Pechsteinglas hindurchgesät, sondern gewöhnlich in grosser Zahl auf kleinem Raum versammelt. Das Zusammenvorkommen dieser ächten Schlackenkrystalliten mit Quarzkrystallen ist für die genetischen Verhältnisse der letztern von besonderer Bedeutung.

Andere Varietäten des Arraner Pechsteins und zwar insbesondere die an Quarz- und Feldspathkrystallen sehr armen, dagegen sphärolithreichern, namentlich die von Tormore an der Westküste der Insel enthalten sehr lange, schön gras- und dunklergrüne Säulen, hin und wieder mit deutlichem augitischem Querschnitt, oft schilfig und ebenfalls an den Enden ausgezackt; daneben häufig dicht gedrängt, jene wundersamen farnkraut- und blumenkohlähnlichen Aggregate, von welchen bereits S. 93 die Rede war (vgl. Fig. 43). Bald walten in diesen Vorkommnissen lange einfache Nadeln, bald die federförmigen Farngewächse vor. Die zwischen ihnen befindliche Grundmasse ist in ihrer unmittelbaren Nähe gewöhnlich farbloses reines Glas — gleichsam als ob aller Eisengehalt daraus verbraucht sei —, in einiger Entfernung eine Substanz, welche bei schwacher Vergrösserung wie mit lichtgrünlichgrauem Staub erfüllt aussieht, der sich bei sehr starker Vergrösserung in ein mit Glas getränktes Haufwerk unendlich kleiner polarisirender Körnchen, Stachelchen, Sternchen des grünen Minerals und nicht polarisirender bräunlicher Kügelchen auflöst, welche letztere wohl den auf S. 273 erwähnten zu vergleichen sind.

Der violettschwarze Pechstein von dem Felsencoloss Scuir auf der Hebrideninsel Egg führt Sanidin und in seiner Glasbasis eine Unzahl von winzigen braunen Mikrolithen und Körnchen[1].

Auch die Liparite und Trachyte bilden bekanntlich, gleich den ältern Quarzporphyren, ihre wasserhaltigen Pechsteine. Es wurde schon S. 370 auf den Gegensatz hingewiesen, dass, während die Porphyrpechsteine vorzugsweise durch felsitische Materie halb entglast sind, bei den Trachytpechsteinen Mikrolithen die Entglasungsgebilde abgeben.

Die Glasbasis der trachytischen Pechsteine, im Dünnschliff gewöhnlich recht pellucid, ist meistens grünlich, gelblichbräunlich, auch graulich, selten, wie so oft bei den Obsidianen und Perliten, fast farblos. Die darin ausgeschiedenen Mikrolithen sind wohl zum grössten Theil farblose Belonite (welche ihre Wasserklarheit namentlich auch da bekunden, wo sie im Feldspath eingewachsen vorkommen), daneben sodann grünliche Nädel-

[1] Samuel Allport im Geological magazine IX. 1872. 1; vgl. auch Archibald Geikie im Quarterly journ. of the geol. soc. 1871. 303.

chen, die wohl häufiger der Hornblende als dem Augit angehören; schwarze Trichite werden im Gegensatz zu Obsidian und Perlit hier mehr vermisst. Ein sphärolithführender brauner Pechstein von der isländischen Ostküste erwies sich abweichend von den übrigen durch höchst winzige braune Körnchen entglast (S. 273), welche in unfassbarer Zahl durch das lichtere Glas gesät waren, eine Ausbildungsweise, welche mit der weiter unten von dem pechsteinähnlichen Melaphyr angeführten völlig übereinstimmt; nebenbei hat aber auch bei ihm mikrolithische Ausscheidung stattgefunden.

Im Allgemeinen sind diese Pechsteine, wie es auch schon ihr äusseres Ansehen lehrt, wohl stärker entglast als die Obsidiane: einmal trifft man in den Obsidianen viel häufiger auf ganz reine Glasstellen, und selbst wo diese (abgesehen von den Belonitströmen) entglast sind, da ist es gewöhnlich nicht in so hohem Grade geschehen, wie dies bei den Pechsteinen in der Regel durch und durch der Fall ist. Die Mikrolithen liegen auch hier bald kreuz und quer, bald zeigen sich Ströme von parallel gestellten und dicht schaarenweise gedrängten Nädelchen mit ausgezeichneten Erscheinungen der Fluctuation. „In manchen Pechsteindünnschliffen wimmelt es so ungeheuer von millionenweise ausgeschiedenen Kryställchen, dass Einem, wenn man die Mikrometerschraube rasch dreht und so abwechselnd höher und tiefer gelegene Stellen des stark durchscheinenden Gewebes zur Anschauung bringt, wirr vor Augen wird.“ Auch hier sieht schon das blosse Auge wieder durch das Glas des Dünnschliffs schmale gewellte impellucide, oft grau gefärbte Streifen verlaufen, stärker entglaste Stellen, wo das Mikroskop Tausende von Mikrolithen mit bald deutlicherem, bald roherem Parallelismus dicht zusammengruppirt erkennt. In den Belonitsträngen eines isländischen Pechsteins ist ein solch dichtes Gedränge von Nädelchen, dass man auf einem quadratischen Raum von 0.05 Mm. Seitenlänge (also von 0.0025 Quadr.-Mm. Oberfläche) 60 derselben fast in einer Ebene gelegen zählt, was für 1 Quadr.-Mm. Oberfläche die Zahl von 24000 Beloniten ergeben würde. Die Mikrolithen selbst tragen sowohl in ihrer äussern Ausbildung als in ihrer Aggregation alle jene abwechslungsreichen Verschiedenheiten zur Schau, wie dieselben für diejenigen der Obsidiane erwähnt wurden.

Die Glasmasse der trachytischen Pechsteine wird im Gegensatz zu derjenigen der Felsitpechsteine mitunter von recht zahlreichen mikroskopischen Dampfporen durchzogen, so dass sie bei schwacher Vergrösserung wie feinpunktirt aussieht. Wie in den Perliten und Felsitpechsteinen ist das Wasser auch in diesen Glasgesteinen nicht mechanisch, etwa mikroskopische Hohlräume erfüllend vorhanden, sondern wohl chemisch mit der hyalinen Masse verbunden; selbst durch beträchtliches Erhitzen erleidet die letztere keine Veränderung ihres optischen Charakters.

Zu den ausgeschiedenen Krystallen gehören vor allem die **Feldspathe**, von denen das polarisirte Licht einen Theil den Plagioklasen zuertheilt. Ausser den schon makroskopisch im Dünnschliff hervortretenden enthält derselbe immer noch zahlreiche mikroskopische sehr deutliche Feldspathdurchschnitte, durch alle Dimensionsverhältnisse mit jenen verbunden. Namentlich diese kleinern Feldspathkrystalle sind, mehr noch als die grossen, reich an Glaseinschlüssen; so enthielt ein 0.098 Mm. langer, 0.032 Mm. breiter Durchschnitt aus einem nordisländischen Gestein 11 in einer Ebene gelegene bläschenführende Glaseier. In vielen Feldspathen isländischer Pechsteine kommen ungemein niedliche Quarzkrystalle (Säule und Dihexaëder, bis zu 0.01 Mm. lang) um und um ausgebildet, entweder einzeln oder zu Gruppen verbunden, eingewachsen vor, welche besonders im polarisirten Licht andersfarbig sehr gut hervortreten. Auch finden sich selbständige ziemlich scharf krystallisirte Quarze, namentlich in den grünen Pechsteinvarietäten unvermuthet reichlich; sie übersteigen zwar nicht mikroskopische Dimensionen, ihr Nachweis als Ausscheidungsproducte aus der Glasmasse ist aber für den Quarz von besonderer genetischer Wichtigkeit; sie sind meist noch reicher an Glaseinschlüssen als die Feldspathe. Wo das Pechsteinglas dunkel bräunlich oder grünlich gefärbt ist, da beobachtet man oft, dass die kleinen Feldspathe zunächst von einer Zone viel lichtern oder fast ganz farblosen Glases rings eingefasst werden. Grasgrüne oder dunkelgrüne dicke Säulen, in Verbindung stehend mit blasser grünen dünnen Mikrolithen sind nach ihrem dichroskopischen Verhalten wohl häufiger der Hornblende als dem Augit zuzuzählen. Niemals vermisst man schwarze dickere und dünnere Magneteisenkörner, selten Sphärolithe, ganz mit denen in Obsidianen und Perliten übereinstimmend. Ausgezeichnete Trachytpechsteine finden sich namentlich auf Island (am Baula-Berg, im Nordlande, am Hamarsfjord im Ostlande), in den Euganeen, bei Chasses im Cantal [1]).

Syenit.

In dem bekannten Syenit aus dem Plauen'schen Grunde bei Dresden, in welchem man keinen Plagioklas und Quarz makroskopisch beobachtet, und welcher daher früher als eigentlicher Typus des reinen Orthoklas-Hornblende-Gemenges galt, wurde u. d. M. neben diesen Mineralien dennoch ausgezeichnet gestreifter Plagioklas und ausserdem Quarz aufgefunden; ferner besitzt das Gestein verhältnissmässig reichlich Apatit und Titanit. Sehr zierlich sind die bis 0.008 Mm. grossen Täfelchen gelbrothen und

1) Für speciellere Beschreibung einzelner Vorkommnisse vgl. F. Z., Sitzungsber. d. Wien. Akad. XLVII. 1863. 254; Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XIX. 1867. 779. — Ueber Trachytpechsteine vom Mont Dore vgl. v. Lasaulx, Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 348.



blutrothen Eisenglanzes, welche in dem Orthoklas liegen, der auch schwarze oft gliedweise aufgelöste Nadeln enthält[1]). Es ist wahrscheinlich, dass für die ältern Perioden die plagioklasfreien, blos aus Orthoklas und Hornblende bestehenden Gesteine sich als ebenso selten ergeben werden, wie dies in der Trachytreihe der Fall ist, wo selbst der früher immer dafür gehaltene Laacher Trachyt nicht einmal ein solches Gemenge darstellt.

Quarzführende Syenite aus den Pyrenäen enthalten in der grün werdenden Hornblende farblose langnadelförmige Mikrolithen (Apatit) von derselben Beschaffenheit, wie sie auch der Quarz reichlich führt (Gave de Marcadau oberhalb Cauterets). Daneben stecken in der Hornblende des Syenitgranits von Gèdre de Bareilles tiefschwarze oder etwas bräunlich durchscheinende keulen- und stäbchenförmige Körper (bis 0.015 Mm. lang) in unter einander paralleler Stellung[2]). — Nach Stelzner scheinen im Altai ausser den Graniten auch an Hornblende sehr reiche Syenitgranite eine wichtige Rolle zu spielen: es sind grossentheils sehr feinkörnige porphyritähnliche Gesteine, welche eine Unzahl nadelförmiger lichtgrüner Mikrolithen enthalten, die vermuthlich ebenfalls Hornblende, vielleicht aber auch Pistacit sind.[3]). — Den Syenit von Blansko in Mähren hat Fr. v. Vivenot mikroskopisch untersucht.[4]) — Syenite aus der Auvergne (Enval bei Volvic, Pranal bei Pontgibaud u. a.), in welchen sich auf Kosten des Feldspaths Talk angesiedelt hat (Protogine), wurden durch v. Lasaulx ausführlich beschrieben[5]). — Alle Syenite sind krystallinisch, ohne eine Spur amorpher Zwischenmasse.

Ueber die sehr zahlreichen und eigenthümlichen mikroskopischen Ausscheidungsgebilde in der Glasmasse des Erstarrungsproducts, welches der künstlich geschmolzene quarzhaltige Syenit vom Mount Sorrel bei Leicester im mittlern England geliefert hat, vgl. Neues Jahrb. f. Mineral. 1870. 815 (vgl. auch S. 92).

Orthoklasporphyr.

Die grossen Krystalle in den norwegischen sog. Rhombenporphyren aus der Umgegend von Christiania, welche zu so vielen Discussionen Veranlassung gegeben haben, sind Orthoklase, welche schon dem blossen

---

[1]) Roth machte früher schon darauf aufmerksam, dass nach Abzug des aus dem Alkaliengehalt der Bauschanalyse berechneten Orthoklases mehr Kieselsäure übrig bleibt, als der Hornblendeformel entspricht, und dass G. Rose bereits 1849 in dem geschmolzenen Syenit kleine Quarzkörner nachgewiesen hat (Beitr. zur Petrographie d. pluton. Gest. 1869. 136).

[2]) F. Z., Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1867. 98.

[3]) Petrograph. Bemerk. über Gesteine d. Altai. 1871. 8.

[4]) Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1870. 336.

[5]) Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 823; vgl. die entgegengesetzten Angaben von Lossen, Z. d. d. g. Ges. 1872. 764.



Auge sehr stark durch grünliche und dunkle Einmengungen verunreinigt und mit Plagioklaspartikeln durchwachsen sind; die erstern drücken den Kieselsäuregehalt hinab, die letztern erzeugen auf den Spaltflächen stellenweise Streifung, so dass man anfänglich die Orthoklas-Natur in Zweifel zog. U. d. M. erweisen sich diese Krystalle noch massenhafter erfüllt mit grünen Säulchen und Körnchen von Hornblende, Schüppchen einer chloritähnlichen Substanz und schwarzem Magneteisen; nur hin und wieder gestattet die Trübheit ihrer Substanz die Erkennung des eingelagerten Plagioklas. In den meisten Dünnschliffen trat auch bisher unvermutheter Quarz hervor, wenngleich in so spärlicher Menge, dass die Gesteine immer noch von den Quarzporphyren weit getrennt bleiben müssen.

Trachyt.

Der Trachyt, durch seine Gemengtheils-Combination der Nachfolger des Syenits, ist durch das Vorwalten des Sanidins unter den Feldspathen und den Mangel an Quarz charakterisirt. Fast immer wird durch das Mikroskop neben dem Sanidin auch Plagioklas nachgewiesen, so dass die frühere Abtheilung der reinen Sanidin-Trachyte jedenfalls eine beträchtliche Einschränkung erfahren, wenn nicht ganz in Wegfall kommen muss.

Die Sanidine der Trachyte sind ausserordentlich häufig aus farblosen, einander umhüllenden Zonen, mitunter von grosser Feinheit aufgebaut, wie dies im eigenthümlichen Gegensatz diejenigen der Liparite bedeutend seltener darbieten. Ferner führen sie vielfach in ungewöhnlicher Reichhaltigkeit Einschlüsse von farblosem oder bräunlichem Glas, auch Körner und Mikrolithen von Hornblende, Partikel von Magneteisen und Dampfporen, Gebilde, mit denen die grössern Individuen oft förmlich überladen sind, und welche sich sehr oft ebenfalls in schichtähnliche Zonen gruppirt haben. Im letztern Falle kann man bisweilen sehr deutlich beobachten, dass die Feldspathe mit ganz unregelmässig verlaufenden äussern Durchschnittslinien gleichwohl keine Bruchstücke sind, weil schon die innerlichen Einschlusszonen den randlichen Contouren genau parallel gehen. Zumal verbreitet ist die Anhäufung der fremden Körper in der Mitte der Krystalle, wo sie dann, vielleicht in Summe an Volumen überwiegend, einen Kern bilden, um welchen sich eine farblose reine Sanidinschicht herumzulegen pflegt, und der gewöhnlich schon im Dünnschliff als scharfbegrenztes, viel weniger pellucides Centrum hervortritt. Sehr schön zeigen zumal die ungarischen Trachyte sowohl die ineinandergeschachtelten zarten Anwachsstreifen als die oft enorme Verunreinigung durch glasige und halbentglaste Partikel, z. B. diejenigen von Gutia (n. von Kapnik), von Dubnik (n. von Czerwenitza, s. ö von Eperies), von Jarpahegy (s. w. von Bereghszász), von der Kuppe des Uwosz bei Erdöeske, aus der s. ö. Umgebung von Rank (Abanyer Comitat), aus dem Kozelniker Thal bei Schemnitz (wo oft fünf Einschluss-



zonen concentrisch umeinander), von Moesar und vom Kieshübel bei Schemnitz (wo die eingehüllten Glastheile sogar 0.1 Mm. gross werden). Auf der Nordseite der Karpathen reiht sich an das schöne Gestein von Szczawnitza bei Sandec in Galizien mit ausgezeichnet schaalig gewachsenen Feldspathen, welches mindestens ebensoviel Sanidin wie Plagioklas enthält und deshalb eher hierher als zu den Hornblende-Andesiten gehört. Innerliche einschlussreiche Kerne führen sehr hervorstechend fast alle Feldspathe eines Trachyts aus dem Esterel in Südfrankreich, vorzüglich zonal aufgebaut sind die Sanidine im ,,Phonolith" von Villeneuve bei Antibes [1]). Sehr fein ausgebildete Anwachsstreifen besitzen auch die Sanidine einer Trachytlava aus dem östlichen Theil von Ischia. In den Sanidinen von Gutia liegen lange und tiefschwarze impellucide Nadeln, oft 0.08 Mm. lang bei nur 0.0015 Mm. Dicke, mitunter in Glieder aufgelöst zu vielen einander durchkreuzend eingeschlossen, wie es scheint, ganz übereinstimmend mit denen, welche so vielfach in den Plagioklasen der Gabbros zu beobachten sind. Niemals haben sich bis jetzt mikroskopische Flüssigkeitspartikel in den Sanidinen der Trachyte gefunden, welche darin denen der Liparite durchaus gleichen. Uebrigens ergeben sich selbst die kleinsten Sanidinkrystalle der Trachyte im polarisirten Licht sehr häufig als Karlsbader Zwillinge.

Die kleinern Feldspathe der Trachyte sind oft in eigenthümlicher Weise u. d. M. sehr porös ausgebildet. Im Gestein von der Sporneiche bei Urberach (n. w. Odenwald) wimmeln auch die kleinen, nur wenige Hundertstel Mm. messenden Feldspathe der Grundmasse so von leeren Poren (und Glaseinschlüssen), dass sie bei schwacher Vergrösserung fein schwarz punktirt aussehen. Ganz ähnlich porenreich sind die mit vielen dünnsten Mikrolithen durchwachsenen Feldspathe des Trachyts vom Kühlsbrunnen im Siebengebirge, und die durchlöcherte Beschaffenheit des Gesteins hängt hier vielleicht mit der so erleichterten Auswitterung einzelner Individuen zusammen. [2]) — Auf den im Dünnschliff erhalten gebliebenen Hohlraumwandungen makroskopisch etwas cavernöser Trachyte gewahrt man oft u. d. M. die zartesten wasserklaren Sanidinkryställchen, dünne Täfelchen nach dem Klinopinakoid, in der Endigung gewöhnlich die Flächen P, x und selbst y aufweisend.

Der Plagioklas ist gewöhnlich auch unter den makroskopischen Feldspathen vorhanden, dagegen kommt es manchmal vor, dass alle mikroskopischen kleinern Krystalle des Gesteins, abgesehen von den Mikrolithen,

---

[1]) Das Gestein ist Trachyt, da es keine Spur von Nephelin enthält.

[2]) Vogelsang, welcher dieses Gestein kurz bespricht (Philos. d. Geologie 186), ist geneigt, die makroskopischen Hohlräume desselben wenigstens zum Theil der frühern Anwesenheit von Magneteisen zuzuschreiben, vielleicht aber sei auch eine Glassubstanz weggeführt, welche, jetzt beinahe gänzlich zurücktretend, ursprünglich reichlicher vorhanden gewesen sein könnte.



deutlich trikline Natur besitzen, so dass trotz der ausgeschiedenen Sanidine und des ächt trachytischen äussern Ansehens hier der Plagioklas vorzuwalten scheint, z. B. Gutia bei Kapnik. Einer der am wenigsten Plagioklas führenden Trachyte war unter den bisher untersuchten der von Dernbach bei Montbaur in Nassau.

Die grössern Hornblende-Individuen der Trachyte werden im Schnitt bald braun, bald grün; namentlich die erstern, welche darin vielfach denen der Basalte gleichen, sind oftmals mit dem schwarzen Körnersaum ausgestattet, dessen auf S. 171 (Fig. 58) gedacht wurde. In dem Trachyt vom Freienhäuschen in der Eifel zerfliessen solche Krystalle an einem Ende förmlich in die durch Eisengehalt etwas dunkle, aus einem Aggregat von Feldspathmikrolithen bestehende Grundmasse, wobei es fast aussieht, als ob hier die noch plastische letztere Masse auf die Hornblende, welche, wie ihre häufige Zerstückelung erweist, schon vorher verfestigt gewesen sein muss, eine chemisch angreifende Wirkung ausgeübt habe. Ob dadurch auch die Gegenwart des dunkeln Körner-Randes erklärt werden kann, dürfte sehr zweifelhaft sein. Die grüne Hornblende dieser Gesteine ist oft nur recht schwach dichroitisch und könnte leicht mit Augit verwechselt werden. In den ungarischen Trachyten pflegen die dickern Hornblenden sehr reich an Glaseinschlüssen zu sein, so dass sie darin fast mit den Basalten der Augite wetteifern können, z. B. Susko, Rank im Abanyer Comitat, wo selbst bis 0.15 Mm. dicke Glaskörner in diesem Gemengtheil liegen. Meist grüngefärbt sind die Mikrolithen, dickern und dünnern, längern und kürzern Säulchen und Körner von grosser Kleinheit, welche die Hornblende in der Grundmasse bildet; sogar Mikrolithen von wenigen Tausendstel Mm. Länge enthalten die zierlichsten Glaseinschlüsse. In manchen Trachyten wird übrigens Hornblende nur recht spärlich beobachtet, wie denn z. B. der vom Drachenfels fast blos grössere Individuen, keine Mikrolithen, der von der Sporneiche bei Urberach nahezu überhaupt keine deutliche Hornblende führt.

Der oft mindestens in demselben Maasse wie die Hornblende vorhandene braune, sehr stark dichroitische Magnesiaglimmer besitzt häufig einen ähnlichen schwarzen körnigen Rand und ist dazu vielfach mit solchen dunkeln Körnchen durchwachsen; letztere haben sich hin und wieder im Innern als opaker Kern angesammelt, welcher nach aussen locker wird, wo dann erst allmählig die braune Glimmersubstanz zur Geltung kommt. Magnesiaglimmer findet sich hier nur in makroskopischen und grössern mikroskopischen vereinzelten Individuen, nicht auch etwa als sehr winzige Lamellen und Schüppchen vertheilt. — Scharfe Magneteisenkörner liegen gewöhnlich in grosser Menge umher, viel reichlicher als bei den Lipariten, wo zudem die Magneteisen-Natur der schwarzen opaken Partikelchen nicht so zweifellos ist. Gerade um die dicken Magneteisenkörner zeigt sich in



der Regel die schönste tangentiale Umzingelung der durch Fluctuationen in Bewegung gesetzten Mikrolithen der Grundmasse. — Mit äusserst wenigen Ausnahmen wurde in sämmtlichen der untersuchten Trachyte mikroskopischer Apatit nachgewiesen, so dass dieser als ein, wenn auch nur spärlich vorkommender, dann doch höchst constanter und fast allverbreiteter Gemengtheil gelten muss. Mehr vielleicht erscheint er in grössern Feldspathen und Hornblenden eingewachsen als selbständig in der Grundmasse vertheilt.

Tridymit, namentlich zugegen in den Trachyten, in welchen Feldspath sehr überwiegt, sitzt nicht nur mikroskopisch als aggregirte Blättchen auf kleinen Poren, sondern scheint sich auch als wirklicher Gemengtheil am eigentlichen Gesteinsgewebe zu betheiligen; für etwas anderes wird man wenigstens die hin und wieder darin vorkommenden, am besten mit parallelen Nicols oder dem Analyseur allein hervortretenden sechsseitigen Blättchen nicht leicht erklären können, an denen man deutlich beobachtet, dass sie in der That dünne Lamellen und nicht etwa Querschnitte durch hexagonale Pyramiden oder Prismen sind; z. B. Trachyte von Dernbach bei Montabaur, von der Uwosz-Kuppe bei Eperies, von Gutia bei Kapnik. — Eine ähnliche Rolle wie der Apatit spielt hier der Titanit, dessen charakteristische langgezogene und oft keilförmige Durchschnitte in unerwartet vielen Trachyten, wenn auch nur in spärlicher Menge, angetroffen wurden; die graulich citronengelbe Farbe der mit rauher Oberfläche versehenen Schnitte weicht etwas von der des Titanits aus den Syeniten und Hornblendegesteinen ab; zu grösserer mikroskopischer Kleinheit sinkt er nicht hinab; z. B. Trachyt vom Drachenfels (wo er makroskopisch schon früher bekannt war), Freienhäuschen in der Eifel, Monselice in den Euganeen, Mont Dore; in den ungarischen Trachyten scheint Titanit verhältnissmässig selten zu sein. — Nephelin dürfte doch nicht die Verbreitung in den Trachyten besitzen, welche man ihm früher zuschrieb, indem wohl vielfach Apatit-Durchschnitte mit ihm verwechselt worden sind; namentlich tritt er in Gesteine ein, welche zu den Phonolithen hinneigen und auch local mit diesen vergesellschaftet vorkommen. — Augit erscheint mitunter, aber vermuthlich nur recht selten in Gemeinschaft mit der Hornblende, so z. B. in ungarischen Trachyten von Gutia, wo neben den braunen stark dichroitischen Hornblendedurchschnitten grüne, entschieden gar nicht dichroitische Augitformen liegen. Ein allerdings sehr sanidinarmer und plagioklasreicher Trachyt von der Banks-Halbinsel auf Neuseeland führte neben kleinen braunen Hornblendesäulchen ebenso viele graugrüne Augitsäulchen, ausserdem sehr spärlich Olivin mit allen charakteristischen Umwandlungserscheinungen des basaltischen. In den eigentlichen sanidinreichen Trachyten weist übrigens auch das Mikroskop im Einklang mit der makroskopisch erkannten Regel niemals Olivin nach. — Der Trachyt vom Pferdekopf in der Rhön

jüngerer trachytähnlicher Phonolith Gutberlets, welcher aber keinen zweifellos erkennbaren Nephelin enthält besitzt viele schmutzig isabellfarbige, meist abgerundete Durchschnitte einer offenbar angegriffenen aber durchaus einfachbrechenden Substanz: ist man schon geneigt, hierin ein halbmetamorphosirtes Mineral aus der Hauyn-Noseangruppe zu vermuthen, so wird dies zur Gewissheit, wenn man inmitten der Sanidine prächtig kornblumenblaue rundum ausgebildete und ganz frische Rhombendodekaëder findet, welche sich hier geschützt erhalten haben. Das Gestein enthält auch dieselben farblosen eckigen und zackigen, isotropen (Glas-) Körner wie der Liparit von Berkum (vgl. S. 343). In dem Vorkommniss vom oberen Ziegenkopf bei Kleinhessen in der Rhön fehlt das granatoëdrische Mineral und ist, wie es scheint, etwas Nephelin versteckt.

Die mikroskopische Structur der Grundmasse der Trachyte verhält sich im Allgemeinen von derjenigen der Liparite ziemlich verschieden, namentlich ist die dort so verbreitete mikrofelsitische Substanz hier nur sehr selten zur Entwicklung gelangt. Die vorwaltendste Ausbildung der trachytischen Grundmasse besteht nach den bisherigen Forschungen darin, dass sie der Hauptsache nach ein Aggregat von winzigen farblosen Feldspath-Mikrolithen darstellt, wozu sich gewöhnlich Nädelchen und Körnchen von grünlicher Hornblende gesellen, während Magneteisenpartikel allerseits durchgestreut sind. Die Lagerung der Mikrolithen offenbart in sehr vielen Fällen vortreffliche Fluctuations-Erscheinungen. Bei gekreuzten Nicols würde man sich, ohne das Präparat um seine Axe zu drehen, leicht über die Menge der individualisirten Theile täuschen, indem bei einer Nicolstellung immer eine Anzahl davon dunkel bleibt (S. 19 und 326) und erst die Drehung auch diese polarisirend wirken lässt. Doch sieht man sehr häufig zwischen dem Mikrolithengewebe eine allerdings meist spärliche Glasmasse hervortreten, oft nur wie ein Hauch schwach, und selbst wo sie nicht deutlich erkannt wird, ist ihre Gegenwart als förmlich durchtränkende Basis im hohen Grade wahrscheinlich. So sind die meisten Trachyte des Siebengebirges beschaffen, z. B. der vom Drachenfels und der recht übereinstimmende von der Perlenhardt. Das Vorkommniss vom Dünnholz am Drachenfels ist sehr reich an blassgrünen, denen der Phonolithe höchst ähnlichen Hornblendemikrolithen; grössere Hornblendekrystalle werden hier aus einzelnen oft ganz locker verbundenen und durch dünne Feldspathlagen getrennten Stäben aufgebaut und von vielen dunkeln Körnchen durchspickt; die Vorkommnisse von der Perlenhardt und vom Dünnholz scheinen etwas glasreicher zu sein als das vom Drachenfels. Ferner gehören hierher die Trachyte vom Freienhäuschen bei Kelberg in der Eifel, von Dernbach bei Montabaur, und von der Sporneiche bei Urberach, in den beiden letztern aber bildet der Feldspath der Grundmasse weniger Mikrolithen, mehr breitere oder schmälere langrechteckige Durchschnitte, womit sich auch keine



Fluctuationstextur verknüpft. Sehr ähnlich dem vom Drachenfels erweist sich u. d. M. ein Trachyt von Mont Dore les Bains, in welchem ebenso Magnesiaglimmer über Hornblende überwiegt, sowie der von Monselice in den Euganeen. In einem tridymitreichen aus dem Cantal sind hin und wieder die Feldspathleistchen zu sternförmigen Aggregaten zusammengeschossen, während im Gewebe auch schwarze trichitische Nadeln liegen; in einem andern Trachyt des Cantals erscheinen alle Hornblendemikrolithen der Grundmasse mehr oder weniger dick mit Magneteisenkörnchen bestäubt.

Diese Ausbildungsweise der Mikrostructur ist auch den meisten Trachyten des nördlichen Ungarns eigen, deren Mikrolithengewebe manchmal einen ziemlich dichten Filz darstellt, oft aber auch breitere Strahlen von Feldspath aufweist.

Doch betheiligt sich auch, abgesehen von dem das Mikrolithen-Aggregat jedenfalls sehr spärlich durchtränkenden Glas, amorphe nicht individualisirte Substanz in manchen Fällen als Basis an der Zusammensetzung der Grundmasse. Letztere ist z. B. im Trachyt vom westlichen Stellberg in der Rhön ein Gemenge von Feldspathkörnern und feinen braunen Partikelchen mit zartausgebildeter und etwas graulicher, einfachbrechender mikrofelsitischer Substanz dazwischen. Auch die lichtgraue amorphe Masse im Trachyt vom Kieshübel bei Schemnitz ergibt sich als mikrofelsitisch mit braun durchscheinenden Körnchen und durchwachsen von vielen polarisirenden Feldspaththeilchen. Häufiger noch besteht aber die nicht individualisirte Basis aus reinem Glas, in welchem sich die auf S. 273 erwähnten bräunlichen hyalinen Körnchen manchmal locker, manchmal sehr dichtgedrängt ausgeschieden haben. Ausgezeichnet tritt eine bräunlichgraue einfachbrechende Substanz fleckenweise im ungarischen Trachyt von Susko hervor, welche sich bei sehr starker Vergrösserung in ein glasdurchwobenes Haufwerk isotroper rundlicher Körnchen auflöst. Vielleicht noch deutlicher ausgebildet erscheint gleichbeschaffene Masse in dem Trachyt vom Monte Olibano bei Puzzuoli, wo sie (in den nicht allzu dünnen Schliffen) recht reichlich keilförmig zwischen den farblosen Feldspathleisten geklemmt steckt, welche oft zu zwei, drei oder vier mit einem Ende aneinanderstossen, mit dem andern divergiren; diese mikroskopischen Feldspathe gehören zum allergrössten Theil, die makroskopischen, welche schöne fetzenartige Einschlüsse körnigen Glases enthalten, wohl sämmtlich dem Sanidin an. Die ganze Grundmasse mitsammt den Feldspathen ist äusserst porenreich. Die braunen Durchschnitte des Gesteins sind entschieden Hornblende, die grünen wahrscheinlich ebenfalls, da wenigstens die dunklern derselben deutlich dichroskopisch reagiren [1]). Sodalith, welcher die Fläche eines

[1]) Nach G. vom Rath (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1866. 614) kommen in diesem Gestein Hornblende und Augit zusammen vor, und lasse sich u. d. M. auch Sodalith

präparirten Handstücks überkrustete, war, wie dies bei solchen Porenbekleidungen so oft der Fall, in der Gesteinsmasse selbst u. d. M. nicht nachzuweisen. Recht ähnliche Mikrostructur besitzt die Trachytlava vom Monte Tabor auf Ischia, worin sowohl die Feldspathleisten als die Scheidewände von körnigem Glas sehr schmal sind, so dass der Dünnschliff bei gekreuzten Nicols wie eine schwarze Masse aussieht, welche in zahlreiche Licht durchlassende Schnitte regellos zerhackt ist.

Schliesslich gibt es dann auch noch einige Trachytvorkommnisse, deren Gewebe aus farblosen und grünlichen Mikrolithen so reichlich mit reinem lichtbraunem Glas erfüllt ist, dass dies sehr deutlich allerorts dazwischen zum Vorschein kommt, und die Handstücke deshalb dunkel und schwach fettglänzend aussehen. Dazu gehören u. a. der Trachyt von Ober-Fernezely bei Nagy-Banya, dessen Feldspathe wahrhaft von Glaseinschlüssen strotzen, und der von Bagonya bei Schemnitz.

Der sog. Domit vom Puy de Dome enthält unter seinen grössern Feldspathkrystallen ebensowohl entschiedenen Sanidin wie Plagioklas[1]. Die Grundmasse der frischen Vorkommnisse ist ein, wie es scheint, nur ganz schwach glasführendes Aggregat von Feldspath-Blättern und -Leisten, braunen verkrüppelten Mikrolithen von Hornblende und schwarzen Magneteisenkörnchen. Reich ist die Grundmasse ausserdem noch an Haufwerken sehr deutlicher farbloser Tridymitblättchen; diese sind es vermuthlich in erster Linie, welche den in Anbetracht der Hornblendemenge sehr hohen Kieselsäuregehalt von 68.46 pCt. herbeiführen, den Kosmann in der von Krystallen befreiten Gesteinsmasse fand[2]. Sehr wahrscheinlich steckt in der Grundmasse auch Nephelin. Hin und wieder gewahrt man Fleckchen braunkörniger einfachbrechender Entglasungsmaterie. Das Gestein führt ferner viel staubigen Apatit, entsprechend den 2.01 pCt. Phosphorsäure. Im Gegensatz zu den braunen Hornblendemikrolithen der Grundmasse enthält es grössere grasgrüne Durchschnitte, welche man wohl auch der Hornblende zuzählen muss, weil sie jedenfalls stärker als der Augit dichroitisch sind. Grund zur fernern Beibehaltung des besondern Namens ist nicht vorhanden.

v. Lasaulx hat auch Trachyte der Auvergne u. d. M. untersucht. Dazu

in der Grundmasse erkennen; letzteres ist wohl um so mehr zu bezweifeln, als auch Vogelsang, welcher ebenfalls eine Beschreibung und sehr gelungene Abbildung gab, dieses Mineral als eigentlichen Gemengtheil nicht beobachten konnte (Philos. d. Geologie S. 159. Taf. VI. Fig. 1).

1) G. Rose hat (Humboldt's Kosmos IV. 470) zuerst auf die Gegenwart des gestreiften Feldspaths aufmerksam gemacht, hielt aber diesen für allein vorhanden. Auf die Anwesenheit des Sanidins verweist auch der hohe Kaligehalt von 8.88 pCt. in der Bauschanalyse von Lewinstein.

2) Zeitschr. d. d. geol. Ges. XVI. 1864. 666.



gehört eine Varietät der Pariou-Lava, welche eines der kieselsäurereichsten Gesteine der Puys ist. Die Glasbasis wird dicht erfüllt von „gelbbraunen Bläschen" (Körnchen, vgl. S. 273) und einem regellosen Gewirre äusserst kleiner wasserheller Mikrolithen. Die Sanidine führen ausser verschiedenen andern Einschlüssen vereinzelte, schön blau gefärbte rundliche Kryställchen, die als Hauyn gedeutet werden. Neben den Plagioklasleisten, den schwarzbraunen Nadeln und kurzen Prismen von Hornblende auch grüne kurz prismatische Krystalle von Augit; Nephelin fehlt gänzlich. Aehnlich ist die Lava vom Puy de la Nugère, der sog. Stein von Volvic, mit ausgezeichneter Fluctuationstextur, welche auch in dem vorigen hervortritt [1]. Weitere seiner Forschungen bezogen sich auf die Sanidintrachyte, welche am Mont-Dore verbreitet sind und dort z. B. am Puy de la Tache, am Puy de Sancy, im Val de la Craie, auf dem Plateau de l'Angle vorkommen [2]. Mikroskopisch liess sich darin keine Spur von Plagioklas wahrnehmen. Ein etwas wachsglänzendes Gestein aus dem Ravin des Egravats am Mont Dore erwies sich als nephelinführend: Die Grundmasse ist eine helle Glasbasis nebst einem dichten Gewirre farbloser Mikrolithen und grünbrauner Hornblendekörner, der Sanidin waltet über den Nephelin vor, von welchem kleine Individuen auch in dem Feldspath liegen; neben den grössern Hornblendekrystallen noch Olivin, wahrscheinlich auch etwas Nosean. Die Zusammensetzung hat Aehnlichkeit mit dem sanidinführenden Nephelinit vom Katzenbuckel, welcher aber anstatt Hornblende Augit enthält.

Die um den Laacher See verbreiteten Bomben des eine besondere Varietät ausmachenden sog. Laacher Trachyts wurden von L. Dressel mikroskopisch untersucht. Die Grundmasse zwischen den porphyrartig hervortretenden Krystallen von Sanidin, Augit, Hornblende, Hauyn, Glimmer, Titanit, zeigt alle Uebergänge vom fast völlig glasigen (grau bis schwärzlichbraun gefärbt) in den fast vollkommen mikrolithisch entglasten Zustand. In den wenig devitrificirten porenreichen Bomben finden sich nur sehr spärliche winzige Mikrolithen von Augit, Feldspath (vielleicht auch Apatit?), welche vereinzelt gewissermaassen in der Glasmasse umherschwimmen, sich aber auch zu rundlichen Häufchen und geschlossenen Ringen sammeln. Das Mikrolithengewirr, welches andere Bomben fast durchaus entglast, besteht aus wasserhellen Nädelchen (Sanidin), grünen, gelbgrünen und braungelben Kryställchen (Augit, oder Augit und Hornblende), dazwischen Magneteisenkörnchen und bisweilen winzige braune Noseane. Die grössern meist fragmentaren Feldspathe sind theils zonenförmig gebauter Sanidin, theils (früher nicht vermutheter) Plagioklas, wovon der letztere stellenweise in dem erstern

[1]) Neues Jahrb. f. Mineral. 1871. 684. 690.
[2]) Ebendas. 1872. 179.



eingeschlossen ist. Ob die darin reichlich vorhandenen lang nadelförmigen Mikrolithen wirklich Apatite sind, wie Dressel glaubt, dürfte nicht wenig zweifelhaft sein. An diese Prismen im Feldspath sind oftmals Schlackenpartikel tropfenähnlich angeheftet, ja es werden mehrere derselben durch einen solchen Schlackeneinschluss zusammengeklebt. Hellbraune Glaskörner liegen vorwiegend im Centrum der Feldspathe angehäuft, die oft von einem wahren Geflecht und Geäder von Glassträngen durchzogen werden. Die Sanidine umhüllen auch sphäroidische und länglichrunde, bisweilen mehrfach eingeschnürte Hornblende- und Augitmassen, gerade so aussehend, als wenn sie in noch plastischem Zustand eingebettet worden wären; diese Einschlüsse werden zerstreut oder tangential von Mikrolithen umschwärmt, von welchen einigemal ein Individuum zur Hälfte in der Hornblende- und Augitmasse, zur Hälfte im Sanidin steckte. Die selbständigen gelbbraunen Augite, schichtenweise gewachsen und oft verzwillingt, sowie die grasgrünen Hornblenden sind ebenfalls nach allen Richtungen mit Mikrolithen gespickt.[1]

Die i. J. 1866 bei der Insel Santorin gebildeten Laven können vermöge ihrer mikroskopischen Zusammensetzung nirgendwo besser als im Anhang an die Trachyte untergebracht werden. Uebereinstimmend mit dem pechglänzenden Aussehen erweisen sich die untersuchten Stücke von den beiden Haupteruptionspunkten Georg I. und Aphroessa als sehr stark belonitisch entglaste Massen[2]. Die Basis ist graues oder hellbraunes Glas, in welchem eine ungeheure Menge kurz nadelförmiger oder stacheliger, farbloser Belonite oft mit schönen Fluctuationsphänomenen ausgeschieden erscheint, stellenweise derart reichlich, dass die Glasmasse kaum zum Vorschein kommt. Blos in der Nähe der makroskopischen Poren und Blasen finden sich dazwischen auch tiefbraune trichitähnliche Nadeln. Die farblosen sehr scharf contourirten Feldspathkrystalle, bis 3 Mm. lang, mit höchst deutlichen Einschlüssen und armartigen Einbuchtungen von grauem oder braunem Glas sind zum allergrössten Theil Sanidin: in sechs Präparaten war auf Hunderte von monoklinen, vielfach nach dem Karlsbader Gesetz gewachsenen Durchschnitten kaum ein halbes Dutzend von Plagioklasen zu entdecken. Magneteisen, nach den Analysen wohl auch Titaneisen, bildet in grosser Menge eckige Körner bis zu 0.102 Mm. Durchmesser. Die spärlichen grünen und bräunlichgelben Durchschnitte, welche früher für Olivine gehalten wurden, gehören dem Augit an, dichroitische Hornblende fand sich nirgends, etwas Olivin mag indessen zugegen sein; Quarz ist aber entschieden nicht vorhanden. Hin und wieder erscheinen deutliche Apatit-

---

[1] Neues Jahrb. f. Mineralogie 1870. 570. Die Unterscheidung von Hornblende und Augit ist nicht auf das dichroskopische Verhalten begründet.

[2] F. Z., Neues Jahrb. f. Mineralogie 1866. 769.



durchschnitte. Diese recenten Santorinlaven wurden früher von Stache und C. v. Hauer zu den quarzführenden Augitandesiten gerechnet, obschon kein Quarz darin anwesend ist, sondern der hohe Kieselsäuregehalt von 66—68 pCt. durch die reichliche saure Glasbasis hervorgebracht wird; auch neuerdings theilen J. Roth[1]) und G. Leonhard[2]) dieselben allgemein den Augitandesiten zu; da in ihnen aber der Sanidin weitaus den Plagioklas überwiegt, so finden sie nur mit Unrecht dort ihre Stelle, selbst abgesehen davon, dass der Augit wegen seiner höchst geringen Menge ganz unbezeichnend ist. Gemäss des spärlichen Wassergehalts, der nicht einmal ½ pCt. beträgt, können diese Laven nicht als Pechsteine gelten.

Phonolith.

In den Phonolithen waren durch makroskopische Betrachtung Sanidin und Hornblende seit jeher als Hauptgemengtheile bekannt. Durch die mikroskopische Untersuchung wurde in allen Nephelin und in den meisten Nosean als wesentlich nachgewiesen[3]); dadurch fand sowohl das Vorhandensein eines in Salzsäure löslichen Phonolithantheils als der hohe Natrongehalt desselben, ferner das Vorkommen natronreicher Zeolithe als Zersetzungsproducte in der Gesteinsmasse selbst und auf deren Hohlräumen seine befriedigende Erklärung. Und zugleich ergab sich der Phonolith als das jugendliche Aequivalent des antiken Foyaits, Elaeolith-Syenits, Ditroits, Orthoklas-Liebeneritporphyrs.

Die Sanidinkrystalle, vielfach als Karlsbader Zwillinge ausgebildet, haben gewöhnlich noch scharfe Umgrenzung, in verwitterten Vorkommnissen aber sind die Ränder schon angegriffen, und es findet keine deutliche Scheidung zwischen Sanidin und dem umgebenden Gesteinsgemenge statt, indem die Zeolithisirung des letztern auch den erstern einigermassen mitbetroffen hat; auf den Spältchen, von denen der Sanidin durchzogen wird, ist dann die zeolithische Lösung in bisweilen wohlerkennbarer Weise eingedrungen und hat dort bald eine gelblichgraue feinkörnige Masse, bald nebeneinandergereihte feine Fäserchen von derselben Farbe abgesetzt. Die Sanidinkry-

---

1) Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine, Berlin 1869. 193. Roth's wahrscheinlich durch Abstraction aus den chemischen Analysen gewonnene Angabe, dass „die Hauptmenge der Feldspathe triklin ist, obwohl Sanidin vorkommt" muss auf Grund der mikroskopischen Untersuchung gerade umgekehrt werden.

2) Grundzüge d. Geognosie u. Geologie. 2. Aufl. 1873. 103.

3) F. Z., Poggendorff's Annalen CXXX. 1867. 298. Vgl. auch die Untersuchungen von G. Jenzsch in der Zeitschr. d. d. geol. Ges. VIII. 1856. 180. Auf die Anwesenheit des Nephelins in der Grundmasse hat Jenzsch nur aus chemischen Gründen, sowie weil dies Mineral an einigen Punkten in böhmischen Phonolithen erkennbare Krystalle bildet, geschlossen, und er hat dasselbe nicht leibhaftig als solches in mikroskopischen Krystallen beobachtet.

stalle der Phonolithe beherbergen in sehr grosser Anzahl winzige wasserhelle Täfelchen von Nephelin in sich, namentlich nach den Rändern zu, während die Mitte gewöhnlich frei davon ist; diese mikroskopischen Hexagone liegen mitunter in einer Reihe hintereinander, welche den Rändern der Sanidindurchschnitte parallel ist (vgl. darüber noch S. 83). Ferner umschliessen dieselben oftmals Hornblendemikrolithen, die gewöhnlich so zart und fein sind, dass sie fast farblos erscheinen, Magneteisenkörnchen, hin und wieder auch mikroskopische Noseane (Oderwitzer Spitzberg, Roche Sanadoire). Nicht zu verwechseln mit dieser wirklichen Umhüllung von Krystallen ist die Erscheinung, wenn ein schiefliegender Sanidin so geschnitten ist, dass ein Theil der Phonolithmasse als höchst dünner Keil theilweise über ihn übergreift; alsdann sieht es mitunter so aus, als ob die Phonolithgemengtheile im Sanidin liegen. Zahlreich sind Glasporen, selten indess, im auffallenden Gegensatz zu dem so ähnlichen Trachyt, deutliche Glaseinschlüsse im Sanidin.

In allen eigentlichen Phonolithen wird in der Grundmasse der Nephelin als mikroskopischer Gemengtheil in reichlicher Menge aufgefunden, mit seinen charakteristischen kurz rechteckigen und sechseckigen wasserklaren Durchschnitten, z. B. besonders schön und scharf in denen von Olbersdorf und der Lausche bei Zittau, dem Oderwitzer Spitzberg, vom Borzen, Nestomitz, Kletschenberg in Böhmen, der Milseburg, Pferdekuppe in der Rhön, Klein-Ostheim bei Aschaffenburg. Je mehr man das Auge an den Anblick gewöhnt, desto besser treten die einzelnen Nephelin-Umrisse in den Dünnschliffen hervor; namentlich sieht man sie dann sehr deutlich contourirt, wenn man die Nicols um 45° kreuzt. Mitunter, z. B. in dem Gestein der Milseburg, dem von Kunersdorf ist stellenweise feines Eisenoxydhydrat in die Fugen zwischen den vier- und sechseckigen Nephelinfiguren eingedrungen und gränzt so letztere noch schärfer gegenseitig ab. Die kleinen Sechsecke haben häufig eine etwas unregelmässige, verzerrte, bisweilen auch abgerundete Form. In den Präparaten pflegen sich im Allgemeinen bei weitem mehr Sechsecke als Rechtecke darzubieten, was ohne Zweifel daher kommt, dass die von den Handstücken meist parallel der Schieferung abgeschlagenen dünnen Phonolithscherben ebenfalls parallel dieser Richtung geschliffen werden, und im Gestein, wie die Sanidintafeln mit ihren Längsflächen, so die gewöhnlich kurzen Nephelinsäulchen mit ihren Basisflächen grösstentheils parallel der Schieferung gelagert sind. In den an ausgeschiedenen Krystallen, zumal auch an Sanidin reichern sog. trachytischen Phonolithen, wozu namentlich ein Theil der böhmischen (z. B. von Salesl, vom tollen Graben bei Wesseln, vom Marienberg, Rübendörfel, Rongstock, vom Bassstreicher Steinbruch bei Binowe), ferner der französischen (z. B. von der Roche Sanadoire) gehört, sind die mikroskopischen Nephelinkrystalle bei weitem nicht so reichlich vertreten, und



auch lange nicht so gut erkennbar wie in den eigentlichen, mehr oder weniger fettglänzend-schimmernden homogen aussehenden und krystallarmen Phonolithen. Zur Gewahrung dieses Gemengtheils in den erstern ist oft eine starke Vergrösserung und ein gut auflösendes Instrument erforderlich. Es scheint in der That nach Maassgabe des Eintretens von Nephelin ein förmlicher Uebergang zwischen Trachyt und Phonolith zu bestehen. Ueber die Umwandlung der Nepheline vgl. S. 145.

Hornblende ist in mikroskopischen, meist grasgrünen Säulchen ein Gemengtheil wohl sämmtlicher Phonolithe, und selbst diejenigen, bei welchen man in Handstücken nichts von diesem Mineral erblicken kann (z. B. viele der Lausitz, Rhön u. s. w.) erweisen sich u. d. M., sogar schon bei Betrachtung eines Dünnschliffs mit der Loupe als Hornblende in Menge haltend. Ueber die Ausbildungsweise der so vielfach an den Enden in einzelne Spitzen zerfaserten und auch oft in der Mitte nicht compacten phonolithischen Hornblende vgl. S. 170; zierlich sitzen im Gestein der Milseburg wohl dünne hellgrüne Prismen allseitig radial um einen scharfbegrenzten dunklern Krystall. Die grössern Hornblende-Individuen der Phonolithe sind im Gegensatz zu den benachbarten Sanidinen recht voll von verhältnissmässig umfangreichen Glaseinschlüssen (z. B. einer in der Hornblende vom Marienberg bei Aussig 0.02 Mm. lang, 0.012 Mm. breit). Neben den Mikrolithen finden sich auch Körnchen von Hornblende, welche, ohne Krystallformen darzubieten, mitunter übergrosse Feinheit erlangen, z. B. in den Gesteinen von Klein-Ostheim bei Aschaffenburg und von Widdersheim (Rhön).

Ferner macht der Nosean einen Gemengtheil fast aller gewöhnlichen Phonolithe aus, welcher, wenn er auch in den Handstücken nicht zu gewahren ist, doch mitunter in den Dünnschliffen schon unter der Loupe hervortritt. Unter den verschiedenen Ausbildungsweisen dieses Minerals (S. 156) waltet wohl diejenige mit einem lichten, klaren und schmalen Rand und einem bläulichgrauen oder graulichbraunen Kern vor, welcher bald wie feiner Staub, bald wie ein feinkörniges Haufwerk erscheint und hin und wieder die kreuzweis verlaufenden schwarzen Striche enthält. Sehr ausgezeichnete Noseane führen z. B. die Phonolithe vom Oderwitzer Spitzberg und vom Kletschenberg, vom Schülerberg bei Herwigsdorf, vom Wiltthal, vom Milleschauer Donnersberg und Teplitzer Schlossberg in Böhmen[1]: hier ein schwarzer Rand, bald etwas breiter, bald etwas schmäler, dann nach innen eine lichte Zone, dann im Centrum die wie ein Pünktchen-Haufwerk aussehende Masse; auch die netzförmig einander

---

[1]) Von den böhmischen Ph. sind nach Bořický (Sitzungsber. d. böhm. Ges. d. Wiss., math.-nat. Cl., 19. Apr. 1871) noch diejenigen vom Boznýberge und vom grossen Franz bei Kostenblatt sehr noseanreich.

durchkreuzenden langen Striche im Innern oder in einer lichtern Centralmasse die vereinzelten schwarzen Krystalle rechtwinkelig gegen einander gestellt: in einer klaren innerlichen Noseanzone verläuft auch wohl ein concentrischer Ring kreuzweis gruppirter schwarzer, kurznadelförmiger Kryställchen, der mitunter nicht rings geschlossen, sondern nur als einseitiger Halbkreis oder als Kreistheil ausgebildet ist. Erwähnung verdienen die Noseane in dem nephelinreichen Gesteine vom Hohentwiel im Hegau, wo die kleinern Durchschnitte bläulich- oder graulichgrün gefärbt sind (oft namentlich intensiv blos am Rande), die grössern graulichen ebensolche Flecken in sich besitzen oder von Adern zartfaseriger bläulichgrüner Materie (bis 0.04 Mm. dick) durchzogen werden, welche nicht auf polarisirtes Licht wirkt.

Vortrefflich beobachtbar sind die Zersetzungsresultate der Noseane. Diejenigen im Phonolith der Steinwand (Rhön), bis zu 0.4 Mm. gross, haben sich z. B. im vorgeschrittensten Stadium in eine schmutzig gelbliche Substanz verwandelt, welche der Hauptsache nach aus auseinanderlaufend faserigen Partieen besteht, stellenweise auch die Durchschnitte traubenförmig oder nierenförmig beschaffener Aggregate darbietet. Zwischen solchen völlig (wohl zu Natrolith) zersetzten, schon doppeltbrechenden Noseanen und den frischen erscheinen alle Uebergänge: bald ist das Centrum noch ziemlich gut erhalten, die Hülle schon zersetzt; bald auch das erstere schon stark angegriffen, und man gewahrt nur noch undeutliche halbgerettete Ueberreste des Strichnetzes. Bei einem Nosean war z. B. nur die eine, einem total metamorphosirten andern Krystall gegenüberliegende Hälfte der klaren Hülle in die faserige gelbe Substanz verändert, das übrige noch frisch; deutlich trat dies im polarisirten Licht hervor, in welchem bei gekreuzten Nicols der umgewandelte Theil der Hülle farbig, die andere Krystallmasse tief dunkelschwarz erschien.

Die grössten Noseane maassen in den Präparaten vom Teplitzer Schlossberg 1.1 Mm., vom Milleschauer Donnersberg 0.5 Mm., vom Kletschenberg 0.8 Mm. (ein stark in die Länge gezogener Nosean war hier siebenmal so lang als breit), von der Steinwand 0.4 Mm. In der Regel werden diese grössern Nosean-Individuen zuerst von der Verwitterung erfasst, und die kleinern, deren Durchmesser bis zu 0.01 Mm. sinkt, bleiben viel länger verschont, frisch und klar. Im Allgemeinen kann man behaupten, dass die an Nosean verhältnissmässig reichsten Phonolithe die verwittertsten sind: so enthalten die noseanreichen vom Hohenkrähen und Teplitzer Schlossberg 3.19 und 2.75 pCt. Wasser, während die wenn auch nephelinreichen dann doch noseanarmen gar nicht so sehr verwittert sind, wie der geringe Wassergehalt bei dem von Olbersdorf (0.71), von der Lausche (1.18), von Nestomitz (1.29), von der Pferdekuppe (1.34) erweist. Mit dem Nephelin theilt der Nosean die Eigenschaft, in den an makroskopischen Kry-

stallen reichen trachytähnlichen Phonolithen oft nur sehr spärlich vorhanden zu sein. [1])

Magneteisen ist ein constanter mikroskopischer Gemengtheil der Phonolithe. In den zu den Trachyten hinneigenden Phonolithen, z. B. von Salesl in Böhmen, von der Roche Sanadoire zeigen sich auch mikroskopisch noch andere (accessorische) Gemengtheile, welche in den eigentlichen fast stets vermisst werden: trikliner Feldspath, Olivin und Apatit. Honiggelber und gelbrother Titanit, makroskopisch nicht selten accessorisch in den Phonolithen aufgefunden, erfährt durch das Mikroskop keine sonderliche Erweiterung seiner Verbreitung, da sehr winzige Individuen desselben nicht häufig angetroffen werden. Quarz ist auch mikroskopisch bis jetzt niemals in Phonolithen nachgewiesen worden.

Was die Mikrostructur der phonolithischen Grundmasse anbelangt, so ist hervorzuheben, dass keine mikrofelsitische oder halbentglaste amorphe Substanz in ihnen weder als Grundteig noch als zwischengeklemmte Partieen beobachtet wurde. In den meisten der trachytähnlichen Phonolithe steckt wohl eine Quantität das Gewebe tränkender farbloser Glasmasse, während die nephelinreichen meist im polarisirten Licht einen Anblick gewähren, als ob sie wenigstens weitaus der Hauptsache nach rein krystallinisch zusammengesetzt seien, oder eine solche Glassubstanz nur äusserst spurenhaft darin vorhanden wäre. Uebrigens fällt bei dem zersetzten Zustand mancher, der Farblosigkeit der vorwiegenden krystallinischen Gemengtheile, der Kleinheit und innigen Verschränkung derselben oft die Entscheidung schwer.

Mikrofluctuationstextur ist hauptsächlich nur innerhalb der feldspathreichern trachytischen Phonolithe, hier aber mitunter auch ganz vorzüglich ausgebildet und fehlt gewöhnlich den nephelinreichern Varietäten. Sehr

---

[1]) Schon lange bevor die Verbreitung des mikroskopischen Noseans in den Phonolithen bekannt war, hatte C. G. Gmelin (i. J. 1828) in dem vom Hohenkrähen (Hegau) 0.12 pCt. Schwefelsäure und Spuren von Chlor, Schill in dem von Oberschaffhausen (Kaiserstuhl) Spuren von Schwefelsäure und Chlor, Engelbach in dem vom Häuserhof bei Salzhausen (Hessen) 0.008 Chlor, Struve in dem vom Rothenberg bei Brüx, H. Meyer in dem vom Marienberg bei Aussig Spuren von Chlor nachgewiesen. Dass die Schwefelsäure nicht allgemein in den Phonolith-Analysen hervorgetreten war, kam daher, dass entweder nicht darauf geprüft oder eine zu geringe Gesteinsmenge zur Untersuchung verwandt worden war. Nach der Entdeckung des Noseans wurde in dem gelösten Antheil einer grössern Pulvermenge als gewöhnlich zur Analyse gelangt, für die Phonolithe vom Milleschauer Donnersberg und Teplitzer Schlossberg, von der Steinwand (Rhön) und vom Oderwitzer Spitzberg (Lausitz) in der That Schwefelsäure und zwar in wohlbemerkbarer Quantität nachgewiesen (F. Z.). Rammelsberg, welcher bei frühern Phonolithanalysen keine Schwefelsäure angegeben, hielt es (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1868. 262) für fraglich, ob die als Nosean bezeichneten Krystalle nicht oft Sodalith seien, hat aber darauf nachträglich in 6 untersuchten Phonolithen selbst Schwefelsäure aufgefunden (ebendas. S. 542).

charakteristisch tritt sie in dem von Salesl, vom Wiltthal bei Aussig, von der Steinwand in der Rhön, dann auch in dem von Kunersdorf hervor; selbst die nephelinreichen Phonolithe von Nestomitz und von Olbersdorf bieten deutliche Spuren dieser Structur dar.

Einen wohlbezeichneten mikroskopischen Typus weisen die krystallarmen, sehr leicht spaltbaren, schimmernden bis fettglänzenden Phonolithe von Olbersdorf, der Lausche bei Zittau, Milseburg (der frischeste der Rhön), Pferdekuppe, von Widdersheim, Nestomitz, Kletschenberg in Böhmen u. s. w. auf. Die Dünnschliffe werden vortrefflich fein und klar und stellen ganz zarte Häute dar. Diese im Ganzen nur spurenhaft umgewandelten und nur an sehr wenigen Stellen leicht getrübten Gesteine bestehen der Hauptsache nach aus übereinander geschichteten wasserklaren und scharfbegrenzten Nephelinkrystallen (meistens Hexagone im Präparat) und Sanidinen, zwischen welche hindurch zierliche kleine Hornblendesäulchen und schwarze Magneteisenkörnchen regelmässig verstreut sind.

Während im Siebengebirge kein Phonolith ansteht, enthält das Trachytconglomerat am nördlichen Fusse des Drachenfels nach dem Saurenberg zu Bruchstücke eines ächten Phonoliths, dessen v. Dechen in seiner trefflichen Beschreibung nicht gedenkt. Es ist ein schieferiges, graulich fleischfarbiges Gestein mit kleinen schmutzig-grünen (Hornblende-) Fleckchen und spärlichen Sanidintafeln. Die Grundmasse besteht zum grössten Theil aus farblosen Nephelindurchschnitten, bis 0.045 Mm. gross. Die grasgrüne Hornblende bildet weniger vereinzelte krystallisirte oder verkrüppelte Säulchen als vielmehr, gerade wie in so vielen ächten Phonolithen, Aggregate parallel gelagerter dünner Stengel von abwechselnder Länge. Ausserdem unzweifelhafter Nosean, bald von hellem, bald von dunklem Rand umsäumt, bis 0.8 Mm. breit. Die grössern Sanidinkrystalle weisen als seltene Erscheinung Flüssigkeitseinschlüsse mit verhältnissmässig grosser beweglicher Libelle auf.

Ueber die Ponolithe des Mont Dore hat v. Lasaulx Mittheilungen gemacht[1]; derjenige von der Roche Sanadoire enthält Sanidin, Nephelin, der aber im Gesteinsgewebe nicht sonderlich gut zu erkennen ist, Hornblende, Plagioklas, Olivin, Magnesiaglimmer, Hauyn, wohl auch Augit; die Grundmasse ist vorzugsweise ein Gewirre von farblosen Feldspath- und grünen Hornblendemikrolithen. Aehnlich verhalten sich die Vorkommnisse von der Roche Tuillière, Roche Malviale und dem Roc blanc; sehr reichlichen Nephelin führen aber Blöcke aus dem Ravin de l'Usclade.

Den ersten englischen Phonolith hat S. Allport mit dem Mikroskop aufgefunden; er stammt vom Wolf Rock, einem etwa 9 miles s.ö. von Landsend gelegenen, bei niedrigem Wasserstand 17′ hohen, bei Hochwasser

[1] Neues Jahrb. f. Mineralogie 1872. 351.



vom Meer bedeckten Felsen, 175′ lang, 150′ breit. Das Gestein lässt in der dichten gelblichgrauen Grundmasse nur Sanidin erkennen. Der mikroskopische Nephelin, welcher den Haupttheil des Gesteins ausmacht, ist sehr deutlich, theils wasserklar, theils graustaubig, der Feldspath (kein Plagioklas) führt zonenweise arrangirte Glaseinschlüsse, Hornblende in grünen oft gruppenartig um ein Magneteisenkorn versammelten Säulen; Nosean wird nicht erwähnt[1]).

Leucit-Nephelin-Sanidingesteine.

Anhangsweise wird hier noch eine Anzahl von Gesteinen angereiht, in welchen die mikroskopische Untersuchung Sanidin, Leucit, Nephelin, Augit oder Hornblende, sehr oft Nosean und manchmal Granat als charakteristische Gemengtheile erkannt hat. Der Sanidingehalt ist es, welcher dieselben an diese Stelle führt und sie überhaupt eher der trachytischen als basaltischen Gruppe zuweist; wenn auch gewöhnlich die kieselsäureärmern Gemengtheile Nephelin und Leucit vorwalten, so bringen diese doch gerade einen Alkaliengehalt hervor, der dem hohen der Trachyte ähnlich ist. Hier schliessen sich diese Gesteine ziemlich unmittelbar an die so oft noseanhaltige Sanidin-Nephelincombination Phonolith an. Es gehören hierher folgende Vorkommnisse:

Gesteine aus der nordwestlichen Umgebung des Laacher Sees[2]). Dazu dasjenige, welches den Kegel Olbrück bildet mit reichlichem Leucit und Nephelin (nur mikroskopisch), Sanidin, Nosean, Augit, Magneteisen. Ein Dünnschliff erscheint wegen der vielen Leucitdurchschnitte von höchstens 0.25 Mm. Durchmesser wie von unzähligen Nadelstichen durchbohrt. Um die weissen Leucite sind grasgrüne Augitsäulchen in tangentialer Lage kranzartig gruppirt. Die ausgezeichneten Nepheline (Hexagone bis zu 0.12 Mm. Durchmesser) enthalten hier wie in den folgenden Vorkommnissen sehr viele höchst winzige blasse Mikrolithen von Augit z. Th. regelmässig eingeordnet. Der verhältnissmässig reine Leucit schliesst den Nephelin ein; es gibt Leucite von 0.15 Mm. Durchmesser, in denen in einer Ebene sechs Miniatur-Nephelinchen von ca. 0.004 Mm. Breite eingewachsen sind. Sanidin umhüllt sehr scharf und zierlich auskrystallisirte Augitchen; Nosean

---

[1]) Geological Magazine VIII. 1871. 247. Nach Allport's Beschreibung: „Hexagonal crystals exhibit a border, filled with fine grey dust and a central portion occupied by a well-defined black hexagon; or there is sometimes a black band running parallel with and at some distance from the sides, the central and outer portions of the crystal being occupied by the grey dust" könnte man fast auf die Vermuthung kommen, dass hier Nosean vorliegt.

[2]) F. Z., Zeitschr. d. d. geol. Ges. XX. 1868. 122. vgl. auch vom Rath ebendas. 1860. 26; 1862. 655; 1864. 78.

sinkt hier nicht zu mikroskopischer Kleinheit hinab. Sehr ähnlich ist das benachbarte Gestein vom Lehrberg bei Engeln. — Das Gestein vom Schorenberg bei Rieden stimmt im wesentlichen überein; der makroskopische Leucit ist hier keineswegs so rein, sondern reichlich mit fremden Gebilden durchwachsen (massenhafte Augitmikrolithen, hauptsächlich an der Peripherie der Durchschnitte versammelt, aber auch durch die ganze Masse spinngewebeartig sich durchkreuzend, Nepheline bis zu 0.028 Mm., Noseane bis zu 0.015 Mm. im Durchmesser mit zierlichen schwarzen Strichnetzen, gelblichbraune Granaten, Magneteisen, Glaspartikel, entglaste amorphe Körner, Flüssigkeitseinschlüsse); Nephelin ebenfalls, wie in den folgenden nur mikroskopisch, davon das längste Rechteck 0.06 Mm. messend; Augit auch blos mikroskopisch, Sanidin hier sehr zurücktretend. — Gestein vom Burgberg bei Rieden, porphyrartig durch Nosean, Sanidin, Leucit, Augit, mit mikroskopischem Nephelin, der mit ebensolchem Sanidin förmlich ein farbloses Grundgewebe darstellt. Die Leucite sind reiner, von vielen Sprüngen durchzogen und die eingeschlossenen kleinen Noseane erscheinen, wenn sie von einem solchen Spältchen getroffen wurden, in eine schmutzig dunkelgraue faserige polarisirende Substanz umgewandelt, während die mitten im compacten Leucit gelegenen frisch blieben und ihre normale Mikrostructur bewahrt haben. Durch die grössern Augitkrystalle stecken farblose Nadeln von Apatit: der von vielen Dampfporen durchzogene Sanidin schliesst Nepheline ein. — Das Gestein vom Perlerkopf, sehr gemengtheilsreich mit Sanidin, Leucit, Nephelin, Nosean, sehr stark dichroitischer Hornblende, wenig Augit, Granat (Melanit), Titanit, Apatit, Magneteisen; die Hornblenden mit schöner Schichtenstructur, die Leucite von so vielen feinsten concentrisch gruppirten Augitnädelchen erfüllt, dass sie fast wie ein durchschnittener Garnknäuel aussehen. Der Melanit gewöhnlich als gelblichbraune in die Länge gezogene Sechsecke, die grössern Apatite wie mit blaugrauem Staub imprägnirt.

Olivin und trikline Feldspathe wurden in den vorstehenden einander recht ähnlichen Vorkommnissen nicht beobachtet. Die Mikrostructur ist eine vorwiegend körnige, ein Hauch farblosen Glases mag zwischen den Gemengtheilen stecken, aber entglaste amorphe Masse tritt selbst zwischengeklemmt nicht auf.

Gestein vom Eichberg bei Rothweil im Kaiserstuhl (bekannt durch die in Analcim umgewandelten Leucite und die grössern Melanite) mit Sanidin, Leucit, Nosean und Nephelin (beide letztern nur mikroskopisch), Hornblende, Melanit. Ueber das mikroskopische Umwandlungsproduct der durch die Loupe wie mattes Glas aussehenden Leucite vgl. S. 154; dies Analcim-Zersetzungsgebilde reagirt nicht auf das polarisirte Licht. Auch die Noseane sind fast sämmtlich und fast gänzlich in ein wirres mitunter eisblumenähnliche Durchschnitte aufweisendes Aggregat schmutzig isabellfarbener Fä-

serchen verändert, welche mehr oder weniger gut das Licht polarisiren, gleichwohl noch hin und wieder aussen gerettete Ueberreste ihres ehemaligen schwarzen Randes aufweisen, dessen zerbröckelte Fetzen nach innen in die graulichgelbe Fasermasse verschwimmen oder im Innern noch einfach brechende bläulichgrau-staubige Stellen mit verwaschenen Contouren erkennen lassen. Die stark dichroitische grüne Hornblende (nicht Augit nach der frühern Angabe) führt Nepheline, Leucite und Melanite eingeschlossen, der mikroskopisch reichliche Melanit wird im Durchschnitt dunkelbraun, ist schichtenweise gewachsen und enthält wohl grüne Hornblendesäulchen parallel dem Zonenverlauf eingelagert. Das grösste der hier reinen Nephelinsechsecke mass 0.12 Mm. Die leistenförmigen Sanidindurchschnitte bringen schöne Mikrofluctuationsstructur zu Wege; ein grösserer Sanidin enthielt ein zierliches Melanit-Rhombendodekaëder von nur 0.008 Mm. Durchmesser.

Hier mag sich das Gestein von Oberbergen im Kaiserstuhl [1]) anreihen mit nicht weniger als 8 u. d. M. erkennbaren Gemengtheilen: Sanidin, Nephelin, Nosean, Plagioklas, Augit, Melanit, Magneteisen, Apatit. Der Sanidin in einfachen Krystallen und Karlsbader Zwillingen, daneben auch im polarisirten Licht farbig liniirte trikline Feldspathe. Der demjenigen vom Katzenbuckel ganz ähnliche Nosean (bis zu 0.6 Mm. Durchmesser) ist verwittert und tritt wie der Nephelin nur im Dünnschliff hervor; Augit und Granat schön schaalenförmig aufgebaut, umschliessen sich gegenseitig; letzterer sinkt zu höchst winzigen, eckigen Körnchen von wenigen Tausendstel Mm. Dicke herunter; Leucit wurde hier nicht aufgefunden. Sehr deutliche Fluctuationsstructur und hin und wieder kleine Partieen von farblosem Glas im Gesteinsgewebe. Das Vorkommniss entfernt sich nicht sehr von demjenigen des Katzenbuckels im Odenwald mit makroskopischem Nephelin und unterscheidet sich wesentlich nur durch den grössern Sanidingehalt.

Plagioklasgesteine.

Diorit (und Quarzdiorit).

Unter Diorit begreift man nach der augenblicklichen Auffassung die Gesteine, deren krystallinische Gemengtheile vorwiegend aus Plagioklas, welcher verschiedener Constitution fähig ist, und aus Hornblende bestehen; die quarzhaltigen Vorkommnisse bilden den Quarzdiorit. Manche Kunde über die mikroskopische Zusammensetzung der Diorite hat uns in neuerer Zeit H. Behrens verschafft [2]).

[1]) Gewöhnlich Dolerit genannt, obschon es nach Zusammensetzung und Structur mit eigentlichem Dolerit z. B. vom Meissner, so viel zu thun hat, wie Granit mit Diabas; F. Z., Basaltgesteine S. 177.

[2]) Neues Jahrb. f. Mineral. 1871. 460.

Die triklinen Feldspathe sind oft noch recht frisch und mit ausgezeichneter Streifung versehen (z. B. Weinheim, Stiebitz und Göda bei Bautzen, Halsbrücke bei Freiberg, nach Behrens auch im Diorit von Rörås und dem aus dem Lahntunnel bei Weilburg, welchen Senfter zum Diabas rechnet). Sehr oft aber ist der Plagioklas ähnlich dem der Granite schon trübe und dadurch die Streifung zum Verschwinden gebracht worden; während sie an den klarern Stellen eines Durchschnitts noch vortrefflich hervortritt, hört sie plötzlich da auf, wo die Umwandlung gewirkt hat. Das Product der Metamorphose ist bei starker Vergrösserung eine verworrene kurzstrahlig-faserige und körnige polarisirende Masse. Auch in den frischen Partieen liegen sehr winzige körnchenähnliche Gebilde, die sich z. Th. als Flüssigkeitseinschlüsse (von kaum mehr als 0.0015 Mm. Grösse) mit rasch beweglicher Libelle herausstellen. Ueberhaupt ist aber die Zwillingsstreifung bei den dioritischen Feldspathen wohl häufiger, als Behrens nach seiner auch nur als vorläufig bezeichneten Untersuchung annimmt. Durch Behandlung mit heisser Salzsäure konnte er manchmal die Streifung im polarisirten Lichte besser erkenntlich machen (Tyveholm in Norwegen, Langenwolmsdorf bei Stolpen). Daneben gibt es aber auch, wie die frühern makroskopischen Beobachtungen lehrten und das Mikroskop bestätigte, Diorite, deren Feldspathe zum geringern Theil dem Orthoklas angehören (z. B. Halsbrücke bei Freiberg). Und ferner nach Behrens solche, in welchen deutlich ausgebildeter Feldspath gar nicht, oder nur in ganz vereinzelten Individuen existirt. ,,So ist in dem Dünnschliff des Dioritaphanits (Gangtrapps) von Längbanshyttan bei Philipstad der Feldspath durch eine farblose homogene Masse vertreten, welche stellenweise zwischen gekreuzten Nicols ganz dunkel wird, sich also als ein Feldspathglas zu erkennen gibt, an andern Stellen wie Hyalit oder gepresstes und rasch gekühltes Glas unbestimmte Lichtflecke von Graublau bis Weiss erster Ordnung zeigt[1]). Darin liegen wenige kleine Feldspathprismen zwischen vielen Hornblenden, zu klein, als dass sie noch Streifung zeigen könnten. Es ist übrigens nicht die aphanitische Ausbildung des Gesteins, wodurch die Bildung von Feldspathkrystallen verhindert worden ist, denn es gibt Aphanite mit schönen Feldspathen, dagegen deutlich körnige Diorite, denen solche fehlen.“ So ein Diorit aus den Pyrenäen, der von Bösenbrunn im sächs. Voigtlande, ein Diorit von Freiberg, welche an Stelle des Feldspaths eine zwischen gekreuzten Nicols zum Theil dunkle, zum grössern Theil hyalitisch polarisirende Masse von glasigem Ansehen besassen. Mikrolithische Ausbildung des Feldspaths ist in den Dioriten gar nicht selten, die schönsten

---

1) Sollte nicht vielleicht hier eine Umwandlung der Feldspathe vorliegen, oder versäumt worden sein, die Präparate zwischen den Nicols um ihre eigene Axe zu drehen (S. 326)?

beobachtete Behrens in einem Diorit von Arendal, wo kurze scharf ausgebildete monokline Feldspathkryställchen, welche wie der Orthoklas vieler Granite mit röthlichem Staub erfüllt sind, sternförmige Gruppen bilden zwischen langen, weisslich getrübten schilfähnlichen Hornblendesäulen und von den Feldspathsternen nach allen Richtungen sehr zierliche Büschel feiner Feldspathnadeln ausgehen. Einschlüsse von Dampfporen, von Glas, Hornblende oder Magneteisen sind in dem Feldspath der Diorite nur spärlich vorhanden. Der Plagioklas der von Behrens untersuchten Diorite wurde übrigens selbst durch mehrtägige Digestion mit heisser rauchender Salzsäure nicht zersetzt.

Wie diejenige der Phonolithe wird die Hornblende der Diorite in den Schliffen meistens grün und zwar gelblichgrün bis blaugrün, doch kommt auch bräunliche vor (z. B. D. von Rörås und von Långbanshyttan, manche der sächsischen). Die Ausbildungsweise der Hornblende ist sehr verschiedengestaltig; sie erscheint nach Behrens in homogenen Säulen und Brocken, in schilfähnlichen Säulen, parallelstreifig, in Form von dünnen Spiessen, Stäbchen und Haaren, endlich in platten Lappen (ähnlich den Hornblende-Einwachsungen im Elaeolith, vgl. S. 146) und in Tropfengestalt. An den langen parallelstreifigen und schilfähnlichen Hornblendekrystallen gibt sich sehr gut die Fluctuation der Gesteinsmasse und in sehr bemerkenswerther Weise die Bildung von Krystallen durch parallele Zusammenhäufung von dünnen Mikrolithen zu erkennen (vgl. S. 34). Im Diorit von Munkholm gewahrte Behrens bei schwacher Vergrösserung Tausende von schön blaugrünen Hornblendeprismen, Mikrolithen und tropfenähnlichen Körnern in nahezu parallelen Zügen, ausser wo sie vor einem grössern Magneteisenstück sich aufstauen; in dem von Långbanshyttan sind die lichtbräunlichgrauen Hornblendekrystalle in halbweichem Zustande gegen einander getrieben und dabei in ähnlicher Weise wie etwa gebogene Fischbeinstäbe geborsten und zerspalten; im Diorit von Langenwolmsdorf bei Stolpen (Sachsen) sieht man lange spitz zulaufende Stäbe von grüner schilfiger Hornblende, welche offenbar aus lauter Mikrolithen bestehen, die hier und da von der noch plastischen, in Strömung befindlichen Feldspathsubstanz abgebogen wurden, um fortgeführt und vor einem andern Hornblendeprisma oder vor einem Augit- und Magneteisenbrocken aufs neue zusammengehäuft zu werden. An mikroskopischen Einschlüssen sind in der Hornblende der Diorite als seltenere Gebilde gefunden worden: Dampfporen, Glaskörner, Mikrolithen von Hornblende und Feldspathen, Magneteisenkörner und derselbe feine Staub, der so oft die Feldspathkrystalle trübt. Im Diorit von Stiebitz bei Bautzen wird die frische bräunliche Hornblende oft von einem Rande heller oder dunkler grüner kurzer Fäserchen umgeben, oder daraus zusammengesetzte zarte Aederchen ziehen hindurch; andere Hornblende-Individuen bestehen zum Theil aus dieser Materie, welche ferner auch al-

lein für sich ganze Durchschnitte bildet, die vermöge ihrer Contouren und Vertheilung nur auf Hornblende bezogen werden können. Es ist wenig zweifelhaft, dass hier eine Umwandlung in eine vermuthlich chloritartige Substanz vorliegt, welche sich übrigens auf Spältchen auch wohl in den Feldspath hinein verzweigt. Auffallend ist nur, dass ganz frische und ganz veränderte Hornblenden so nahe neben einander liegen. In andern Dioriten hat eine völlig gleich verlaufende Umwandlung eben erst begonnen (z. B. Göda bei Bautzen), in andern (z. B. Maxen in Sachsen) schon weitere Fortschritte gemacht.

Quarz ist bekanntlich in manchen Dioriten makroskopisch vorhanden, in sehr vielen andern gelingt es, u. d. M. einen Quarzgehalt nachzuweisen, so dass die Gruppe der Quarzdiorite eine vielleicht überwiegende Erweiterung erfährt. Reich an Quarz, welcher wie gewöhnlich viele Flüssigkeitseinschlüsse birgt, ist der Diorit von Quenast in Belgien (vgl. S. 56), ferner der der Kuppe Doira na each im Innern der schottischen Insel Arran, von Weinheim, vom Ehrenberg bei Ilmenau, von Liebenstein im Thüringer Wald (wo auch die Hornblende massenhaft von rundlichen Quarzkörnchen durchwachsen wird), von Stiebitz bei Bautzen; ärmer daran sind z. B. die von Langenwolmsdorf, aus dem untern Kienthal bei Oehrenstock, von der Halsbrücke bei Freiberg. Diese Quarze bilden indessen sammt und sonders eckige oder abgerundete Körner, niemals Krystalle.

Neben dem Magneteisen ist mikroskopischer Apatit in den meisten Dioriten zugegen, völlig dem der Basalte gleich, nur vielleicht in etwas kräftigern Säulen. In dem Diorit von Doira na each fand sich eine Nadel von 0.9 Mm. Länge und nur 0.008 Mm. Breite; am reichsten daran ergab sich der von Akerskirke bei Christiania, dessen Präparat kein Gesichtsfeld von 0.12 Mm. Durchmesser aufweist, in welchem nicht ein halbes Dutzend von Apatitquerschnitten erscheinen. Auch Behrens zählte schon mehr als 20 Apatitdurchschnitte auf einer Fläche von 0.1 Quadrat-Mm. Mikroskopischer Titanit tritt hin und wieder auf. Magnesiaglimmer ist in diesem Hornblendegestein unvermuthet selten; schön und in grössern Individuen fand er sich nur im Diorit von Weinheim, wo auch ganz kleine braune rundliche oder langgezogene Blättchen (bis herunter zu 0.002 Mm. Grösse) im Quarz und mehr noch im Feldspath eingewachsen vorkommen, in welchem die nadelähnlichen Gebilde oft streckenweise alle parallel liegen. Granat in blassrothen, sprungreichen, einfach brechenden Körnern führt der Diorit von der Halsbrücke.

Der Kalkspath erscheint im Diorit gewöhnlich in grössren, meist etwas trüben und rissigen Flecken, seltener ist er pulverförmig im Gestein verbreitet und lässt sich dann wohl nur mikrochemisch durch Anwendung von verdünnter Salzsäure erkennen. Behrens stellt es als zweifelhaft dar, ob der kohlensaure Kalk, der nicht zu den beständigen Gemengtheilen der

Grünsteine zu zählen ist, allemal als Zersetzungsproduct derselben gelten darf. Als Beispiel eines frischen Diorits mit Kalkspath erwähnt er denjenigen von Munkholm, worin dieses Mineral unregelmässige klare Körner bildet; in dieselben ragen schöne Hornblendekryställchen hinein, welche wie die übrigen, vorzügliche Fluctuationstextur hervorbringenden Hornblendestäbe und die feldspathartige Masse, die ihre Zwischenräume ausfüllt, so gut erhalten sind, dass jeder Gedanke an Verwitterung hier ausgeschlossen bleiben müsse.

Wohl die meisten Diorite offenbaren u. d. M. eine rein krystallinische Structur, indem jedwede, wie immer geartete amorphe Substanz zwischen den individualisirten Gemengtheilen vermisst wird; namentlich beobachtet man fast niemals die z. B. in den Melaphyren so reichlich vertretene gekörnelt-glasige Zwischenmasse. Hin und wieder kommt etwas weisslich-graue Felsitmaterie vor, die man nur sehr schwer von den angegriffenen Feldspathen unterscheiden kann. Auf die Gegenwart von ächtem Glase in den Dioriten hat Behrens aufmerksam gemacht; so enthält der Diorit von Bösenbrunn im Voigtlande (ausser farbloser, unregelmässig polarisirender Feldspathmasse, Magneteisen in ziemlich grossen Stücken mit felsitischer Hülle, Brocken und Kryställchen von diallagähnlichem Augit) eine grüne, zum Theil strahlig zerklüftete und faserig gewordene amorphe Substanz, welche in faserfreien Flecken weder dichroitisch, noch polarisirend wirkt; durch das massenhaft vorhandene grüne Glas sind lichtgrüne Kämme und Spiesse hindurchgesteckt, die wegen ihrer Dünne und blassen Farbe wenig Dichroismus zeigen, nach Form und Aggregation zu schliessen, aber doch wohl Hornblende sein werden. An den in die farblose Feldspathmasse hinausragenden Zähnen dieser Kämme, mitunter auch an den Rändern der grünen Partieen sind Nadeln und überaus dünne Haare von Hornblende hervorgewachsen, die vielfache Stauchungen und Knickungen erlitten haben. Auch das Magneteisen dieses Diorits ist häufig zerbrochen, und die Stücke sind in der allgemeinen Strömungsrichtung mit fortgeführt; zugleich sieht man an dem Fehlen und Vorhandensein des felsitischen Ueberzugs auf den Bruchflächen, dass ein und dasselbe Stück mehrmals zertrümmert ist.

Weniger werthvoll als die Untersuchungen von Behrens ist die Beschreibung, welche J. A. Phillips von der mikroskopischen Beschaffenheit eines »Diorits« von den Sanctuaries bei St. Mewan in Cornwall gab [1]. Der Feldspath dieses bereits angegriffenen Gesteins liess nur in wenigen Fällen die Zwillingsstreifung erkennen; durchscheinende gelblichbraune Krystalle seien wahrscheinlich Hornblende. Ausser vielen schwarzen Körnern von Eisenoxyd (?) und etlichen Apatiten sodann ein grünes faseriges polarisirendes Mineral, wie es scheine, eine Abart von Hornblende und noch reich-

[1] Philosophical magazine, Februar 1871. 109.

lich ein „grünliches chloritisches Mineral, zweifellos ein secundäres Product." Kenngott[1]) hat mit Recht darauf aufmerksam gemacht, dass die zugleich mitgetheilten chemischen Analysen wegen des nur spurenhaften Magnesiagehalts nicht auf chloritführenden Diorit verweisen, und glaubt die chemische Zusammensetzung als die eines magneteisenhaltigen Feldspathgesteins deuten zu sollen, eine Annahme, wodurch allerdings die wahrgenommenen gelblichbraunen und grünen Gemengtheile keinerlei Erklärung erfahren, und womit wohl auch die dunkelgrüne Gesteinsfarbe im Widerspruch steht.

Die in zahlreichen Kuppen weithin durch die Pyrenäenkette zerstreuten Ophite sind sehr hornblendereiche Diorite, gewöhnlich mit verhältnissmässig viel Epidot und Eisenglanz; selbst diejenigen, welche in Handstücken so aussehen, als ob sie völlig aus Hornblende beständen, erweisen sich u. d. M. als feldspathhaltig. Der Ophit von Lacourt im Salat-Thal bot im Dünnschliff dar: Feldspathdurchschnitte z. Th. etwas alterirt, z. Th. die Zwillingsstreifung noch zeigend, verschieden grün gefärbte Partieen von Hornblende, meist unregelmässig begrenzt, oft mit etwas verwaschenem Rande; ferner ein diallagähnliches Mineral (mit einer vorwaltenden Spaltungsrichtung), bei grosser Dünne fast farblos, frisch, von vielen Sprüngen durchsetzt und wohlconservirte Hornblendepartikel umschliessend; schön grasgrünen Epidot, welcher in den trüben Feldspathen feine Aederchen von oft nur 0.001 Mm. Dicke und kleine Nestchen bildet, deren excentrische zarte Nädelchen im polarisirten Licht zierlich verschieden gefärbt sind; Magneteisen[2]). — Einen Diorit vom Fluss Alya im Altai hat Stelzner mikroskopisch untersucht[3]).

Porphyrit.

Streng hat mehrere Porphyrite des Nahegebiets (vom Gienberg, von Waldbökelheim, von Bokenau) u. d. M. untersucht[4]). Die Feldspathe, vorwiegend Plagioklase, sind namentlich in ihrem Innern sehr unrein, erfüllt theils mit Zersetzungsproducten, theils mit fremden Substanzen, während ihr Rand oft von solchen Einlagerungen ganz frei ist. Die Hornblende verläuft aussen vielfach in eine Ansammlung opaker oder schwach dunkelbraun durchscheinender Körner, in die sie wie in eine Wolke eingehüllt erscheint, welche oft nur einen kleinen Kern von Hornblende innerlich übrig lässt. Streng sieht darin das Resultat von Zersetzungsvorgängen an diesem Gemengtheil. Grössere Augite sind nur vereinzelt, zahlreiche feine

---

1) Neues Jahrb. f. Mineralogie 1872. 297.
2) F. Z., Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XIX. 1867. 120.
3) Petrograph. Bemerk. über Gesteine des Altai. Leipzig 1871. 10.
4) Neues Jahrb. f. Mineral. 1873. 225.

Mikrolithen in der Grundmasse und in den Feldspathen gehören aber vielleicht diesem Mineral an. Auf Drusen findet sich mitunter Tridymit, dessen Anwesenheit in der Grundmasse zweifelhaft ist. Die Grundmasse besteht vorwiegend aus Feldspath (und Hornblendetheilchen), amorphe Basis wird nicht erwähnt.

Hornblende-Andesit und Dacit.

Diese Gesteine führen die jungeruptive Combination von Plagioklas mit Hornblende in quarzfreier und quarzhaltiger Ausbildung vor.

Die typischen, auch u. d. M. quarzfreien Andesite des Siebengebirges (Stenzelberg, Wolkenburg, Rosenau, Hemmerich, Vogelskaue, Tränkeberg) enthalten vielleicht sammt und sonders auch etwas Sanidin in einfachen Krystallen und zweifellosen Karlsbader Zwillingen, doch ist weitaus der grösste Theil der Feldspathe triklin. Die meisten Hornblenden werden im Durchschnitt braun, bald blasser, gewöhnlich aber ziemlich dunkel und wirken mit starker Absorption sehr kräftig dichroskopisch; daneben gewahrt man grüne Durchschnitte, welche sich in der Regel fast gar nicht dichroitisch erweisen, so dass in diesen wohl sicher Augit vorliegt. Die braune Hornblende geht auch hier äusserlich vielfach in ein Aggregat dunkler Körnchen über, welches selbst ganz allmählig in das Grundgewebe hinein verschwimmt, wodurch oft nur schwarzkörnige verwaschene Flecken erscheinen, die in der Mitte aus Hornblende bestehen. Magnesiaglimmer ist spärlicher als in den dortigen Trachyten, Apatit und Tridymit in demselben Maasse vorhanden. Die Grundmasse, sehr der trachytischen (S. 386) ähnlich, enthüllt sich vorwiegend als ein Haufwerk kleiner farbloser Feldspathmikrolithen mit dazwischen gestreuten dunkeln Körnchen (grösstentheils Magneteisen) und nur äusserst wenig deutlichen Hornblende-Nädelchen; zwischen diesem Aggregat, welches meist wohl ausgeprägte Fluctuationstextur besitzt, steckt aber nach aller Vermuthung noch etwas farblose Glasbasis; hin und wieder beobachtet man auch eckige und zersprungene, farblose isotrope (hyaline) Körnchen, welche mit den im Liparit von Berkum (S. 343 und 386) beschriebenen übereinzustimmen scheinen. In den stumpfeckigen und rissigen Quarzstücken, welche der Andesit vom Stenzelberg und von der Wolkenburg als fremde Fragmente einhüllt, liegen Flüssigkeitseinschlüsse, welche nach ihrem physikalischen Verhalten aus liquider Kohlensäure bestehen.

In den ungarischen und siebenbürgischen Andesiten, z. B. von Nagy Hisa (n. von Nagy Bánya), Roszaj-Ignies (n.ö. von Nagy Bánya), von Szenna im Neograder Comitat (ziemlich sanidinreich), aus dem Hudgyu-Thal (n. von Tokes, Siebenbürgen) sind die Feldspathe und Hornblenden wiederum so reich an glasigen Einschlüssen e ((igen Trachyte

(S. 382 f.). Die Farbe der Hornblende-Durchschnitte hält die Mitte zwischen bräunlich und grünlich, aber selbst die letztere ist stark dichroitisch, ausserdem kommt indess auch ganz undichroitischer Augit vor. Die Grundmasse stimmt in ihrer Mikrostructur mit der der Siebengebirgs-Andesite und auch der der ungarischen Trachyte in den Hauptzügen überein, ist vielleicht etwas reicher an Hornblende-Mikrolithen. Der Andesit von der Westseite des Krivi-Javor (o.s.ö. Eperies) führt stellenweise viel blassbräunliches Glas, besitzt jedoch daneben auch andere Grundmasse-Partieen, zwischen deren Mikrolithen kein Glas deutlich hervortritt; der gegenseitige Uebergang beider in einander macht die Gegenwart spärlicher hyaliner Materie auch in der letztern Ausbildungsweise höchst wahrscheinlich. Recht glasreich ist noch die Grundmasse des Andesits vom rothen Bräun bei Schemnitz. Mikrofelsitische, körnig- oder trichitisch-glasige amorphe Substanz betheiligt sich fast gar nicht an diesen Gesteinen. Etwas abweichend und zwar fast ganz deutlich mikrokrystallinisch ist der Andesit vom Berg Hrad bei Banow in Mähren: die Grundmasse wird ein grobes Netz von farblosen leistenförmigen triklinen Feldspath-Kryställchen (keine eigentlichen Mikrolithen), dessen Maschen von deshalb ganz unregelmässig gestalteten grünen Hornblende-Partieen und Magneteisenkörnchen ausgefüllt werden.

Unter den Gesteinen des Mont Dore in Centralfrankreich befand v. Lasaulx die von Rigaulet-Haut und von Durbize als Hornblende-Andesite. Die Grundmasse des erstern weist eine Glasbasis und ein Gemenge von heller feldspathiger Substanz mit Mikrolithen und dunkeln Partikeln von Hornblende auf. Der Feldspath ist einschlussreich und erscheint durch Anhäufungen kleiner Bläschen »entglast« und undurchsichtig; die Bläschenzonen sind einigemal genau parallel den äussern Umrissen des Krystalls angeordnet; ausser den Hornblendeprismen auch grüner Augit und Titanit[1]. — v. Drasche beschrieb einen augitführenden Hornblende-Andesit von Osloberg, n. von Prassberg und einen andern vom Sagai am Wotschberg (beide in Steiermark[2]): Tschermak hierher gehörige, ebenfalls aber Augit haltende Felsarten aus der Umgegend von Kobi, Gudaur und Kutais im Kaukasus, bei welchen Hornblende und Augite vielfach nach dem Orthopinakoid eingewachsene Zwillingslamellen enthalten[3].

In den Daciten (quarzführenden Hornblende-Andesiten) scheint der Quarz nicht zu grosser mikroskopischer Kleinheit hinabzusinken. Der des Dacits von Borsa-Bánya in Siebenbürgen enthält als eine in trachytischen Gesteinen höchst

---

1) Neues Jahrb. f. Mineral. 1871. 704. Von einer »Entglasung« des Feldspaths kann wohl nicht füglich die Rede sein.

2) Mineralog. Mittheilungen, ges. von Tschermak, 1873. Heft I. 3.

3) Ebendas. 1872. Heft II. 109.

seltene Erscheinung Flüssigkeitseinschlüsse mit (Kochsalz-) Würfelchen darin (S. 56); E. Weiss beobachtete auch im Quarz des Dacits von Rodna in Siebenbürgen liquide Einschlüsse mit selbständig vibrirender Libelle [1]). R. v. Drasche untersuchte einen Dacit von Wöllan in Steiermark, dessen 5 bis 7 Mm. grosse Quarzkrystalle sich u. d. M. in Hunderte von Stücken zersprengt ergaben, zwischen welchen die Grundmasse eingedrungen ist [2]).

Diabas.

Für die Diabase ist das Vorhandensein des Augits neben dem Plagioklas charakteristisch; hinzutritt eine die oft gleichmässige grünliche Färbung bedingende, durch Salzsäure zersetzbare Substanz, welche man als Chlorit auffasst und in den meisten Fällen mit Recht als ein Umwandlungsproduct des augitischen Gemengtheils erachtet. Ueber die eigentliche Zusammensetzung und Structur dieser durch makroskopische Untersuchung fast gar nicht, durch chemische nur unsicher erforschbaren Gesteine sind bis jetzt nur wenige mikroskopische Forschungen veröffentlicht worden. Die vielfach eingetretene Alteration und die Neu-Ansiedelung unbestimmt charakterisirter Substanzen erschweren auch hier das Studium der Gesteine.

R. Senfter, welcher eine Anzahl von Diabasen, namentlich Nassau's u. d. M. untersuchte [3]), befand den Feldspath oft deutlich gestreift, oft aber auch schon wolkig getrübt. Durch Behandeln mit Chlorwasserstoffsäure wurde der Plagioklas seiner Diabase stark angegriffen und lässt nach dieser Einwirkung auch mittelst des Polarisationsapparats keine lamellare Streifung mehr erkennen. Seltsamer Weise entscheidet sich Senfter für die Oligoklasnatur der meisten Feldspathe, obschon S. 692 vom Oligoklas angeführt wird, dass er von Salzsäure selbst bei längerer Digestion so gut wie gar nicht angegriffen werde; daneben soll auf Grund der chemischen Analyse in den meisten Fällen auch noch ein Kalkfeldspath, wahrscheinlich Labradorit vorhanden sein. Zwei verschieden geartete trikline Feldspathe sind aber bis jetzt noch niemals neben einander leibhaftig aus einem und demselben Gestein analysirt worden. — Ueberhaupt ist der Plagioklas der Diabase sehr häufig trüb, so dass man die Streifung nicht mehr oder nur

---

1) Beiträge zur Kenntniss der Feldspathbildung u. s. w. 141. 167.

2) Mineral. Mittheil., ges. v. Tschermak, 1873. Heft I. 5.

3) Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 673. Untersucht wurden feinkörniger D. vom Odersbacher Weg bei Weilburg, grobkörniger D. vom Lahntunnel bei Weilburg, porphyrartiger D. von Gräveneck bei Weilburg, grosskörniger D. von Tringenstein (Nassau), porphyrartiger D. von Kupferberg in Oberfranken, diabasartiges Gestein von Ribeira de Maçanpes auf Madeira. Senfter hat nur über die wohlerkennbaren Gemengtheile berichtet, und über die Verhältnisse der Mikrostructur z. B. wird gar keine Mittheilung gemacht.

Vgl. noch Behrens im N. Jahrb. f. Mineral. 1871. 460 und Schilling, die chem.-mineral. Constitut. der Grünstein gen. Gest. d. Südharzes. Göttingen.

an gewissen Partieen noch erkennen kann (z. B. Mägdesprung im Harz[1]), Linde bei Kohren in Sachsen. Oft findet sich auch der frische von zahlreichen, ganz blassgrünen oder gelblichen Körnchen und Stachelchen durchwachsen. Schön bunt liniirte, aber kleine Plagioklase führen die Diabase von Wischnowa in Böhmen, vom Hunneberg bei Wenersborg und von der Kinnekulle in Schweden. In manchen Diabasen scheint ähnlich wie in den Dioriten hin und wieder auch etwas monokliner Feldspath zugegen zu sein.

Der Augit dieser Gesteine weicht in seinem Habitus meist etwas von dem des basaltischen ab; er hat gewöhnlich eine blassere, gelbliche, röthlichgelbe oder bräunliche Farbe, ist viel ärmer an mikroskopischen Einschlüssen, selten gut krystallisirt, sondern meist rundlich, irregulär contourirt oder von annähernd rhombischem Durchschnitt mit abgerundeten Ecken, dabei stellenweise so rissig, dass er an den Diallag erinnert. Senfter bezeichnet die Farbe der Augite in den meisten der von ihm untersuchten Diabase als violet oder bräunlich violet. Im Diabas vom Johannesberg bei Eibach (Nassau) ist der Augit äusserlich von einem Haufwerk dunkler Körnchen umgeben, welches ihn förmlich wie eine Wolke einhüllt, ähnlich darin vielen Hornblenden der Porphyrite und Andesite (S. 404 f.). Der Augit erweist sich in der That auch u. d. M. manchmal, besonders am Rande und auf Sprüngen, in eine grünliche bisweilen faserige oder schuppige Substanz umgewandelt, welche wohl chloritischer Natur sein dürfte. Vortrefflich beobachtet man schon makroskopisch im Dünnschliff des Diabas von Linde bei Kohren, wie dunkelgrüne Chloritmaterie die blassbraunen Augitdurchschnitte aussen umsäumt und als Aederchen hineinzieht, u. d. M. sind diese von einem vielverzweigten grünen Geflecht derselben allseitig durchwoben. Sie tritt auch als förmliche Pseudomorphosen nach Augit unter Wahrung seiner Durchschnittsformen auf, häufiger aber wohl sind die letztern bei der Umwandlung verwischt worden. Die chloritische Substanz hat sich auch auf Sprüngen innerhalb des Feldspaths angesiedelt. Die Materie, welche als erstes Zersetzungsproduct des Augits die jüngern Diabase des Voigtlandes und Frankenwaldes grün färbt, wurde von Liebe bei mehrern Vorkommnissen isolirt analysirt und, für ein neues chloritähnliches Mineral gehalten, mit dem Namen Diabantachronnyn belegt[2]. Kenngott wies nach, dass die von ihm selbst für den Chlorit aufgestellte Formel vollständig und zwanglos auf die sieben Analysen des sog. Diabantachronnyns bezogen werden könne, und erachtet den letztern für gewöhnlichen Chlorit[3]. — Olivin oder Quarz fand sich in keinem dieser Diabase.

---

[1] Von Keibel irrthümlich als Hypersthenit bezeichnet; das Gestein führt ächten Augit, nach Schilling daneben auch Diallag.

[2] Neues Jahrb. f. Mineralogie 1870. 1.

[3] Ebendaselbst 1871. 51.

Wie in dem Diorit Augit, so ist auch in manchen Diabasen etwas Hornblende zugegen. Mikroskopischer Apatit muss als ein, wenn auch spärlicher, dann doch sehr häufig sich einstellender Gemengtheil gelten, z. B. in den nassauischen Diabasen, in dem von Steben (Bayern), von Linde bei Kohren, von Wischnowa (Böhmen), den Trappen von der Kinnekulle und vom Hunneberg bei Wenersborg (Schweden). Der Kalkspath tritt weniger pulverförmig fein durch das Gestein verbreitet, mehr in grössern etwas trüben und schiefwinkelig zersprungenen Partieen auf; in dem Kalkspath des Diabas von Steben liegen grüne Prismen, zu lockern Haufen und sternartigen Gruppen verbunden, wahrscheinlich ein aus der Augitzersetzung abzuleitendes Neubildungsproduct (vielleicht Delessit), welches hier innerhalb des secundären Kalkspaths halbwegs selbständig krystallisiren konnte. Magneteisen häufig; die vielfach wie zerhackt aussehenden schwarzen impelluciden Körner, sowie die oft langen Stäbe und Keulen gehören vermuthlich eher dem Titaneisen an. Manchmal (z. B. Diabas vom Mägdesprung, vom Johannesberg bei Eibach) sind sie auf der Oberfläche mit einer graulichweissen Schicht bedeckt, welche namentlich bei etwas abgeblendetem Licht und schwacher Vergrösserung hervortritt. Diese fast gar nicht pellucide Substanz betheiligt sich sodann in andern Fällen auch derart an der Zusammensetzung der schwarzen Körner, dass dieselben fast zur Hälfte daraus bestehen, ja man gewahrt Körner oder Stäbe, welche genau die Umrisse wie die Partieen des schwarzen Erzes haben, aber zum grössten Theil aus trüber, höchstens an den Kanten schwach durchscheinender schmutzig weisser oder grauer Materie gebildet werden, in welcher nur einige schwarze Partikel stecken. Es ist recht wahrscheinlich, dass hier ein Umwandlungsproduct vorliegt, ebenso schwer aber, dasselbe mit dem Eisenerz in chemische Verbindung zu bringen, namentlich weil sich um diese Körper nicht der leiseste Saum von Ocker zeigt. Sollte es kohlensaures Eisenoxydul sein? Senfter erwähnt in dem grobkörnigen Diabas vom Lahntunnel bei Weilburg auch hexagonales Titaneisen „zum Theil schon in Umwandlung zu einer weissen opaken Substanz."

Die bis jetzt untersuchten, möglichst frischen Diabase besassen, ähnlich darin den Dioriten, grösstentheils rein krystallinische Mikrostructur (ausgezeichnet z. B. die vom Mägdesprung, von Linde), ohne eine wie immer ausgebildete, amorphe Substanz zwischen den individualisirten Gemengtheilen. Doch wäre es möglich, dass hin und wieder ein Theil der grünen secundären Materie als Umwandlungsproduct von eingeklemmten amorphen (namentlich mikrokrystallitisch entglasten) Partieen gedeutet werden müsste.

Etwas abweichend von den deutschen Diabasen beschaffen und doch keinem andern Gesteine zuzählbar sind die sog. Trappe, welche im westlichen Schottland und auf den Hebriden so unzählige Lager in den Sandsteinen der untern Steinkohlenformation und damit zusammenhängende

Gänge bilden. Bis jetzt wurden namentlich diejenigen der Insel Arran untersucht [1]. Sie bestehen u. d. M. aus Plagioklas, Augit und Magneteisen, wozu sich unerwartet häufig Quarz als ursprünglicher Gemengtheil gesellt, mitunter auch Olivin, der aber den Quarz beständig flieht. Bemerkenswerth und fremdartig ist der bisweilen sogar makroskopische Quarzgehalt dieser schweren dunkeln basischen Felsarten mit ihrer reichlichen Augit- und Erzmenge. Plagioklas und Augit sind meistens frisch, mitunter findet sich der letztere schon in ein dicht verfilztes Aggregat schmutziggrüner Büschel umgewandelt, sein Umriss aber noch wohl erhalten; in den rundlichen zweifellosen Quarzkörnern fehlen hier niemals massenhafte Flüssigkeitseinschlüsse. Die Mikrostructur ist theils wirklich körnig, theils stecken zwischen den krystallinischen Gemengtheilen zurücktretende Partieen einer nicht individualisirten graulichen Substanz geklemmt, welche sich entweder noch im anfänglichen verworren-mikrokrystallitischen oder gekörnelt-glasigen Zustande befindet, oder schon der Metamorphose in meist grünliche Strahlenbüschel anheimgefallen ist.

Zu den Diabasen werden wohl am zweckmässigsten die in den Steinkohlengebieten des mittlern Englands als Lager und Gänge so weit verbreiteten und damit gleichalterigen „Greenstones, Basalts" gezählt, welche einem üblichen Herkommen zu Folge hier noch bei den Melaphyren (S. 416) kurz zur Sprache gebracht wurden.

Der schwarze Labradorporphyr von Elbingerode, welchen Streng chemisch und makroskopisch untersuchte, besitzt eine beträchtliche Menge von amorpher Masse (einer Glasbasis mit dunkeln Körnchen und trichitischen Nadeln) zwischen seinen Gemengtheilen; auf die Gegenwart dieser wahrscheinlich kieselsäurereichen Materie ist vermuthlich der hohe Kieselsäuregehalt des Gesteins von 57 pCt. zu schieben, welcher den des analysirten Plagioklas (51) und des dunkeln Gemengtheils (49) übertrifft. Das letztere Mineral wird im Schnitt ganz blass bräunlich und ist nach seinem mikroskopischen Verhalten doch wohl an den Rändern und längs der Spältchen etwas umgewandelter Augit, welcher wie der Plagioklas ausgezeichnete Glaseinschlüsse führt. [2]

Melaphyr.

Von vorn herein ist es wenig wahrscheinlich, dass die „Melaphyre" gleichmässig und übereinstimmend zusammengesetzt seien. Der Name wurde lediglich nach dem äusseren Ansehen aufgestellt, ohne bestimmte

---

[1] F. Z., Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. XXIII. 1871. 28.

[2] Der „Labradorporphyr von Elbingerode" aus der Dünnschliffsammlung von Fuess (1. Reihe Nr. 16) stammt wohl nicht von diesem schwarzen Vorkommniss; er ist ganz krystallinisch, zeigt in besonderer Deutlichkeit den Uebergang des sehr licht braunen Augits in dunkelgrüne, wahrscheinlich chloritische Substanz und führt reichlich Apatit, auch einige Quarzkörner.

Kenntniss von der eigentlichen Constitution, fortgepflanzt ohne dass ein Normal-Vorkommen als Vergleichspunkt vorgelegen hätte, und Alles mögliche wurde, gerade wenn und weil man makroskopisch und chemisch nicht zu ermitteln vermochte, woraus es bestand, ein halbes Jahrhundert lang Melaphyr genannt, daher denn auch die endlosen Discussionen, was „der“ Melaphyr sei, und die Bestrebungen, etwas gemeinsam charakteristisches für ihn zu ergründen — zwecklos, weil er niemals etwas festes gewesen ist und voraussichtlich das verschiedenste in sich begreift. Diese 1869 auf Grund von vorläufigen Studien über einzelne Vorkommnisse von Melaphyr ausgesprochene Vermuthung[1]) ist später von G. Haarmann durch eingehende Untersuchung zahlreicher Gesteine bestätigt worden[2]).

Die Mikrostructur der unter dem Namen Melaphyr zusammengefassten Gesteine ist sehr manchfaltig, ja es kommt fast der grösste Theil der überhaupt bis jetzt in dieser Hinsicht bekannt gewordenen Ausbildungsweisen bei ihnen vor; dadurch treten sie den Feldspathbasalten sehr nahe, als deren ältere Vorläufer sie überhaupt in manchen Zügen betrachtet werden dürfen.

Reine krystallinische Melaphyre, bei welchen neben den Gemengtheils-Individuen eine glasige oder entglaste amorphe Masse als solche nicht hervortritt, scheinen nach den bisherigen Forschungen seltener zu sein als die analog ausgebildeten Feldspathbasalte (z. B. ein M. aus dem Fassathal).

In den allermeisten Melaphyren dagegen steckt eine nicht individualisirte Substanz, welche bald reichlich vorhanden einen förmlichen Grundteig abgibt, bald spärlich entwickelt, nur in eingeklemmten Particen zwischen den krystallinischen Gemengtheilen sitzt und ihrerseits hier eine rein glasige, dort eine durch verschiedene Gebilde halbglasige, dort eine stark entglaste Beschaffenheit aufweist. Rein glasige Basis enthält z. B. der M. von Campitello aus dem tyroler Fassathal, wo in dieser braunen homogenen Glassubstanz leistenförmige, gestreifte Feldspathe, Augite und schwarze Magneteisenkörner eingebettet liegen. Auch der M. von Weiler an der Nahe weist grosse Flecken von schönem licht-chokoladefarbigem Glas auf,

---

[1]) F. Z. im Anhang an die Untersuchungen über Basaltgesteine. Bonn 1869. 198.

[2]) Mikroskopische Untersuchungen über die Structur und Zusammensetzung der Melaphyre. Inaugural-Dissertation. Leipzig 1872. Diese Schrift bietet zur Zeit die meisten Anhaltspunkte für eine Beurtheilung der Melaphyre und ist nebst der vorhergehenden Quelle im folgenden vorzugsweise zu Grunde gelegt. Aeltere, weniger verwerthbare mikroskopische Forschungen sind noch:

G. Rose, Zeitschrift d. d. geolog. Gesellsch. XI. 1859. 280.

G. Jenzsch, Poggendorff's Annalen XCV. 1855. 420.

Ueber den Melaphyr des Spiemont bei St. Wendel hat B. Kosmann Untersuchungen angestellt, Verh. d. naturh. Ver. d. pr. Rheinl. u. Westph. 1868. II. 274.

die an ihren Rändern verblassend, hier allmählig in ein Aggregat winziger verkrüppelter Körnchen von Feldspath, Augit und Magneteisen verschwimmen, in welchem grössere Feldspathe ausgeschieden liegen (die Mikrostructur stimmt völlig mit der S. 429 unter II. bei den Feldspathbasalten angeführten überein.[1])

Melaphyre mit einer hyalinen Masse, welche kleine dunkle Glaskörnchen in sich ausgeschieden enthält (S. 273), gehören zu den allerverbreitetsten. Recht reichlich ist diese lichtbraune körnchenführende Glasbasis förmlich als Grundteig vorhanden in den auch äusserlich etwas fettglänzenden Gesteinen vom Weisselberg bei St. Wendel und vom Weissfels bei Birkenfeld; darin klare Plagioklase mit zierlichen Glaseiern (auch vielleicht etwas Sanidin) und grüne, am Ende zackenartig und gabelähnlich ausgefranzte Säulen und Nadeln (wahrscheinlich Hornblende); Olivin nur spärlich, Nephelin wie es scheint fehlend; um die reichlichen Magneteisenkörner und den grünen Gemengtheil, also um die eisenreichern Krystalle, verblasst die körnige Glasmasse sehr auffallend von dem Braun zu einem Hof von ganz lichtem Grau. Etwas spärlicher und fast nur zwischengeklemmt steckt amorphe und einfachbrechende farblose Glasmasse mit denselben braunen runden Körnchen im Melaphyr vom Netzberg bei Ilfeld. Nicht minder deutlich ist diese gekörnelte Entglasung in dem M. vom Höllberg bei Kirn, vom Obersteiner Bahnhof, vom Himmelsköpfchen bei Niederbrombach (St. Wendel), vom Drusethal und vom Schneidemüllerskopf bei Manebach im Thüringer Wald, von Kainsdorf bei Zwickau, von Wildenfels bei Zwickau[1], von der Mummel bei Landshut.

---

[1]) Der Melaphyr von Zwickau ist eines derjenigen Eruptivgesteine, in deren Gemengtheilen G. Jenzsch 1868 zahllose pflanzliche und thierische Organismen entdeckt zu haben vermeinte (Ueber eine mikroskopische Flora und Fauna krystallinischer Massengesteine, Leipzig 1868). Dieses Gestein enthalte nicht allein in Hohlraumausfüllungen von Kalkspath, sondern auch in den verschiedenen Gesteinsgemengtheilen (Orthoklas, Plagioklas und Fettquarz) ausgezeichnet erhaltene fossile Organismen. Eine ähnliche „mikroskopische Flora und Fauna" sei in einem Melaphyr des Thüringer Waldes und in den Quarzen des Porphyrs von Halle vorhanden. Der Zwickauer Melaphyrquarz führe mehrzellige Algen, ein pflanzenfressendes „Infusorium", welches mit ausgestrecktem Rüssel die benachbarten Algenzellschichten benagt (Rynchopristes Melaphyri) von recht complicirtem Bau, ferner Räderthiere (Trikolos) mit einem tief eingeschnittenen Wimperkranz aus einem Panzer hervorragend. Bei jenem Infusorium werden „befruchtungsfähige Keimkugeln, männliche Samendrüsen", die Art der Fortpflanzung und der Act der Geburt eines Jungen aus einer reifen Embryonalkugel beschrieben. In einem besondern Capitel tritt Jenzsch der freilich kaum vorauszusetzenden Meinung gegenüber, es sei irgend etwas Aehnliches bisher von Jemand Anderm beobachtet worden, oder es schlössen sich diese neuen Entdeckungen an die bekannten ältern auf einem ganz andern Gebiet sich bewegenden von Ehrenberg unmittelbar an. — Mit grösstem Bedenken und Befremden haben die mit mikroskopischen Gesteins-Untersuchungen Vertrauten diese seltsamen Angaben aufgenommen. Tausend und aber Tausend Dünn-

Kaum davon zu trennen sind diejenigen zahlreichen Melaphyre, bei welchen sich in der dadurch zurücktretenden und lichtern Glasmasse neben den dunkeln Körnchen auch ganz verkrüppelte krystallitische Nädelchen und Keulchen als Devitrificationsproducte ausgeschieden haben; meist spielt die so beschaffene amorphe Materie nur die Rolle spitz keilförmig eingeklemmter Partieen. Dazu gehören: der M. von Ilmenau im Thüringer Wald; lange dunkle Fetzen dieser Zwischenmasse bilden auch in den Feldspathkrystallen Einschlüsse, die parallel ihren Lamellen geordnet sind, so dass die Analogie mit basaltischen Laven, z. B. der isländischen vom Almenningrhraun nicht schlagender sein könnte. M. von Altenstein im Thüringer Wald, in dessen glasiger Zwischenmasse die unzähligen Körnchen und Häärchen theils regellos zerstreut, theils zu Büscheln oder radial-strahlig gruppirt sind. M. von Wiegersdorf bei Ilfeld und M. westlich von Kirn an der Nahe. „Toadstone" zwischen Lomberdale und Middleton unfern Rowsley in Derbyshire, Lager im Bergkalk bildend; Magneteisenskelette sind hier angeschossen, den schönsten in den Basalten gleich. Eine fast mikrofelsitähnliche lichtgraue, nicht individualisirte Masse steckt im M. aus dem Plauenschen Grunde. Im M. von Burgsponheim (Nahegebiet) waltet

schliffe der verschiedensten eruptiven Felsarten des verschiedensten Alters und der verschiedensten Fundorte waren genau u. d. M. betrachtet worden, niemals indessen hatte sich darin eine „fossile Flora und Fauna" gefunden. Wohl aber waren Jedem mikroskopische Gebilde vorgekommen, welche eine trügerische Aehnlichkeit mit Organismen aufweisen, als da sind Chlorit- und Delessitgeäder, bizarr gestaltete und verästelte Glaseinschlüsse und verdrehte Dampfporen, wurmartig gekrümmte, zu Schleifen verschlungene, wirtelförmig oder spinnenähnlich aggregirte Mikrolithen, die farnkrautgleichen Ausscheidungsproducte in natürlichen Gläsern und künstlichen Schlacken — nicht zu gedenken der feinen Verunreinigungen, welche so oft der Canadabalsam enthält, und die bei weniger sorgfältiger Beobachtung in dem Präparat selbst zu liegen scheinen. Es bedarf kaum einer besonders lebhaften Phantasie, um alle jene Dinge als vermeintlich eingehüllte niedere Thier- und Pflanzenformen zu deuten. Sind doch auch die makroskopischen grünen und braunen Dendriten in den sog. Moosachaten oder Mokkasteinen früher von Vielen für wirkliche Pflanzenformen gehalten worden, bis Göppert, Ehrenberg und Ad. Brongniart ihren anorganischen Ursprung dargethan. Unwillkührlich drängte sich der Gedanke auf, es seien die „durch Delessit grün gefärbten Algen", lediglich Delessitdendriten, sowie die im Innern der Organismen sichtbaren kleinen schwarzen Kugeln die stereotypen Bläschen der Glaseinschlüsse, welche so oft durch totale Reflexion schwarz erscheinen.

Wenn schon auf Grund dieser Erwägungen die Richtigkeit der Angaben von Jenzsch sehr in Zweifel gezogen zu werden verdiente, so haben Bornemann (Sitzungsber. d. Ges. Isis, Dresden 1869. 141) und Ernst Häckel (Zeitschr. Das Ausland 1870. 307), welche die betreffenden Präparate selbst zu untersuchen Gelegenheit fanden, sich auf das entschiedenste gegen den organischen Charakter der Gebilde ausgesprochen und nachgewiesen, auf welche Weise Jenzsch zu seiner Selbsttäuschung geführt worden sei. Häckel wendet sich in seiner scharfen Kritik, wodurch die ganze Angelegenheit als beendet anzusehen ist, schliesslich auch gegen Ehrenberg, welcher in der Berliner Akademie d. Wiss. 15. März 1869 den Auffassungen von Jenzsch zugestimmt hatte.

die durch Körnchen und Nädelchen entglaste Masse sogar über die krystallinischen Gemengtheile vor.

In andern Melaphyren fehlt eine so beschaffene Substanz und neben den Krystallen erscheint eine amorphe schmutzig grünliche Zwischenmasse, welche, streng von zersetzten Augiten und Olivinen zu unterscheiden, als ein Umwandlungsprodukt jener erstern anzusehen ist. Sie nimmt überall dieselbe Stelle ein, tritt in derselben Weise auf wie die halbglasigen Partieen, und an zahlreichen Orten kann man die deutlichsten Uebergänge von der einen in die andere Materie wahrnehmen. Während z. B. im M. von Sulzbach in der Pfalz an einigen Punkten die gekörnelt-glasige Masse noch unverändert erscheint, gewinnt dieselbe allmählig eine veränderte Beschaffenheit, das körnchenführende Glas verschwindet als solches ganz, und an seinen Platz tritt eine Substanz, bestehend aus moosartigen, radialfaserigen grünen Gebilden und Durchschnitte von Kugeln darstellend. Vorzüglich ist auch diese Metamorphose im M. von Kainsdorf bei Zwickau zu verfolgen, der die ursprüngliche Zwischenmasse zum Theil noch gut conservirt, zum Theil in graulichgrüne impellucide Materie verändert enthält. Im M. von Manebach an der Ilm besteht die Zwischenmasse aus grüner trüber Substanz, dagegen befindet sie sich in den Feldspathen noch wohl erhalten als gekörnelt-glasige Masse eingeschlossen, ist aber auch hier, wo sie von durchquerenden Spältchen getroffen wurde, der Umwandlung erlegen und hat dieselbe Structur und Farbe wie die äussere Zwischenmasse angenommen. — Ausgezeichnete Mikrofluctuationstextur weisen z. B. die M. von Ilmenau, vom Schneidemüllerskopf bei Manebach (schon mit einer scharfen Loupe zu gewahren) im Thüringer Wald, von Kainsdorf bei Zwickau, vom Rabenstein bei Ilfeld, aus dem Val Sacina bei Predazzo auf.

Sämmtliche Melaphyre haben sich bei der mikroskopischen Untersuchung als Plagioklas führend erwiesen. Einschlüsse von Glas und der gekörnelt-glasigen Zwischenmasse sind nicht selten, haben meist eine fetzenähnliche, lang striemenförmige Gestalt und liegen mit ihrer längsten Richtung der triklinen Lamellirung parallel. Der blutrothe Feldspath im M. vom Bahnhof zu Oberstein a. d. Nahe erhält diese Farbe durch Eisenoxyd, welches in Blättchenform auf den Klüftchen lagert. Feldspathe im M. von Altenstein sind durch zwei Lamellensysteme auf die complicirtere Weise aufgebaut, von welcher S. 133 die Rede war.

Neben dem Plagioklas findet sich beim Studium der Dünnschliffe aber auch oftmals der früher in diesen Gesteinen gar nicht vermuthete Orthoklas. Der Erste, welcher auf die Gegenwart dieses Minerals aufmerksam machte, war wohl G. Tschermak, der dasselbe in den Melaphyren Südtyrols als kleine vierseitige Zwillingsprismen beobachtete[1]. Haarmann traf Ortho-

[1] Die Porphyrgesteine Oesterreichs. 1869. 125. In diesem trefflichen Werke finden sich auch sonst noch manche werthvolle Mittheilungen über Melaphyre.

klas im M. vom Himmelsköpfchen bei Niederbrombach in solcher Menge, dass er dem Plagioklas mindestens das Gleichgewicht hält. Lange leistenförmige Krystalle liegen in dem M. vom Schneidemüllerskopf bei Manebach, sowie in dem westlich von Kirn, die sich nach ihm auch unzweideutig als Orthoklas zu erkennen geben; ebenso fanden sich im M. vom Höllberg bei Kirn a. d. Nahe ausser dem Plagioklas auch Orthoklaskrystalle. Von den schönen klaren Feldspathen desjenigen aus dem Tunnel bei Imsweiler in der Pfalz besassen gleichfalls einige die charakteristischen Eigenschaften der Orthoklase; dieser Gemengtheil ist ferner noch vorhanden in dem M. von Altenstein und aus dem Drusethal (Thüringer Wald), sowie in dem vom Hockenberg bei Neurode, in welchem Jenzsch ihn schon früher beobachtet hat[1].

Augit ist in den Melaphyren lange nicht so verbreitet, wie man bisher anzunehmen geneigt war. Bei weitem nicht in allen Präparaten gelingt es, u. d. M. seine Gegenwart nachzuweisen, und da, wo er vorkommt, erscheint er fast niemals — wie z. B. in den Basalten — zu grössern und wohlentwickelten Krystallen ausgebildet, sondern es sind meist verkrüppelte kleine Individuen. Sehr reichlich ist gelbbrauner Augit in dem M. aus dem Plauenschen Grunde, aber auch hier gewöhnlich nur in unregelmässigen Körnern und kurzen Säulchen. Bessere lichtgrüne Krystalle führt ein M. aus dem Fassathal. Ein M. von Kainsdorf enthält den Augit nur als ganz winzige rundliche höchst mikroskopische Körner und auch im M. von Manebach erreichten diese Körnchen höchstens eine Dicke von 0.01 Mm. In dem von Altenstein steckt der Augit sowohl in hübschen hellbraunen Kryställchen als auch in grünlichen Mikrolithen, die vielfach radial-strahlig zu sternähnlichen Gruppen aggregirt und oft um ein Magneteisenkorn versammelt sind. Die bis 2 Mm. grossen Augitkrystalle aus dem Val Sacina bei Predazzo erweisen sich umgewandelt in ein Aggregat von Grünerde, welche wellige Streifen und eisblumenartige Büschel bildet und von Kalkspath, der sich durch die den Rhomboëderspaltungen entsprechenden schiefwinkeligen Sprünge verräth. Nach Kosmann liegen im M. des Berges Spiemont bei St. Wendel in grünlichen Chlorit umgewandelte Augite. Der M. von Ilmenau führt Augite von ähnlicher sonderbarer Beschaffenheit, wie sie für die Hornblende der Andesite erwähnt wurde.

Bemerkenswerth ist die Beobachtung Haarmanns, dass in allen Melaphyren, welche die gekörnelt-glasige Zwischenmasse reichlich enthalten, nie der Augit zu rechter Ausbildung gelangt ist; je mehr jedoch diese amorphe dunkle Masse zurücktritt, desto zahlreicher sind Augitkrystalle

[1] Auch Kenngott schloss aus den von H. Höfer ausgeführten Analysen von Melaphyren der niedern Tatra in Ungarn auf die Gegenwart von Orthoklas in denselben (N. Jahrb. f. Mineral. 1872. 600).

ausgeschieden, so dass es scheint, als ob die Entwicklung des Augits im umgekehrten Verhältniss zur Quantität des körnigen Glases stehe. So lässt sich z. B. in den an letzterer Substanz reichen M. von Mummel bei Landshut Augit gar nicht, in dem vom Himmelsköpfchen nur höchst spärlich nachweisen, während in dem M. aus dem Fassathal, der blos Spuren von reiner Glasmasse enthält, sehr viele Augite schöne Ausbildung gewannen. Wer die Feldspathbasalte untersucht, findet hier dies gegenseitige Verhältniss in überraschender Analogie wiederholt.

Die Versuche Haarmann's, mit Hülfe der von Tschermak angegebenen Trennungs-Methode Hornblende in den Melaphyren nachzuweisen, haben sich als vergeblich herausgestellt.

Ein Gemengtheil, der dem Augit an Constanz nichts nachgibt, ist der Olivin. Tschermak war der erste, der 1867 dies Mineral in einigen Melaphyren makroskopisch nachwies. Durch Haarmann wurde die Verbreitung mikroskopischer Olivine in den Melaphyren untersucht, und sie haben sich unerwartet reichlich gefunden, bald noch ziemlich frisch, bald in verschiedenen Stadien der charakteristischen Umwandlungsprocesse, welche hier bei ihnen genau so wie bei denjenigen der Basalte verlaufen. So ergaben sich noch als Olivin führend: M. vom Obersteiner Bahnhof (schon makroskopisch im Dünnschliff), von Weiler a. d. Nahe, vom Weisselberg bei St. Wendel, von Ilmenau, von Würschnitz bei Stollberg, aus dem Plauenschen Grund bei Dresden, von Wildenfels und von Kainsdorf bei Zwickau (gut krystallisirt), von der Mummel bei Landshut (sehr reichlich), aus dem Fassathal, Toadstone von Youlgrave in Derbyshire, dem Kohlenkalk eingeschaltete Lager von der Smithergill-Bleigrube in Cumberland. Die kleinern Individuen sind auch hier oft schon ganz in schmutzig grüne oder gelbrothe Materie, die grössern erst theilweise am Saum und auf Sprüngen umgewandelt. In den antepermischen „basaltic rocks" der Kohlendistricte von South Staffordshire, Shropshire, Leicestershire und Derbyshire (Midland counties) hat Samuel Allport die reichliche Verbreitung von Olivin meist im alterirten Zustande nachgewiesen [1]); ausserdem führen diese Gesteine, welche vielleicht am besten den Diabasen (vgl. S. 410) zugezählt werden, Plagioklas, Augit, titanhaltiges Magneteisen und Apatit. Auch Edward Hull fand in den zum Kohlenkalk gehörenden Trappen von Limerick (Irland) Durchschnitte, deren Beschreibung und Abbildung seine Vermuthung, dass hier umgewandelter Olivin vorliege, fast zur Gewissheit machen [2]).

Magneteisen fehlt niemals, hin und wieder in den regelmässigen Axen-

[1]) Geological magazine VII. April 1870.

[2]) Ebendas. X. April 1873. Die Gesteine bestehen aus triklinem Feldspath, Augit, reichlichem Chlorit und Kalkspath und sollen eine farblose porenreiche Glasbasis besitzen (?).

kreuz-Aggregationen winziger Kryställchen und Körnchen (z. B. Drusethal im Thüringer Wald, Imsweiler Tunnel), ganz wie die in den Basalten. — Mikroskopische Apatitnadeln werden häufiger wahrgenommen als vermisst; sehr lange z. B. im M. von Manebach (0.405 Mm. lang, 0.112 breit) und von den Salisbury Craigs bei Edinburgh, sehr zahlreiche in dem aus dem Drusethal und vom Krügelborn bei St. Wendel. — Der Schillerspath, welchen Streng in den Ilfelder Melaphyren beobachtete, erscheint im Dünnschliff als reichliche makroskopische Durchschnitte von gelblichgrüner Farbe und dünnsäulenförmiger oder nadelförmiger Gestalt. U. d. M. erkennt man diese Krystalle leicht als solche, welche in einem Umwandlungsprocess theilweise ihren ursprünglichen frischen Zustand verloren haben. Im M. von Wiegersdorf bei Ilfeld sind sie parallel ihrer Längsrichtung faserig, während zahlreiche grünlichgraue Adern sie fast quer zu dieser Richtung durchziehen, von welchen ausgehend die Fasern oft auf ziemliche Entfernung dunkelgefärbt erscheinen — eine Ausbildungsweise, welche vielfach an die im ersten Stadium der Zersetzung befindlichen Olivine erinnert. Es kann nicht zweifelhaft sein, dass der Schillerspath wirklich ein Umwandlungsproduct und durch Aufnahme von Wasser aus dem Enstatit entstanden ist, welcher wie der Olivin ein Magnesiasilicat darstellt. Sehr reich ist der Schillerspath im Wiegersdorfer Melaphyr an eiförmigen glasigen und halbglasigen Einschlüssen mit Bläschen. Schillerspath birgt in grosser Menge auch der M. vom Rabenstein bei Ilfeld, doch verhält sich hier das Umwandlungsproduct etwas abweichend, indem breite dunkelgraue Streifen die Krystalle durchziehen, deren übrige faserige Masse noch eine lichtere graue Farbe beibehalten hat.

Viele mikroskopische Quarzkörner führt der M. vom Bosenberg bei St. Wendel, darin Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle; reich an ebenso beschaffenem Quarz erweist sich der M. aus dem Thüringer Drusethal. Nephelin wurde in denjenigen von Ilmenau und aus dem Imsweiler Tunnel wahrgenommen.

Die vorstehenden mikroskopischen Thatsachen bekunden zur Genüge, dass, abgesehen von der Structur, die mineralogische Zusammensetzung der Melaphyre ebenso verschieden ist wie die abweichenden Ansichten der Petrographen über dieselbe. Und nothwendig müssen die „Melaphyre" in mehrere Gesteine zerfällt werden. „Denn welch ein grosser Gegensatz ist zwischen einem Melaphyr mit reichlichem Orthoklas und einem solchen, der gar keinen solchen Feldspath, blos Plagioklas enthält, ferner zwischen einem fast gar keinen und einem reichlich Augit, einem gar keinen und einem viel Olivin führenden, endlich zwischen einem quarzfreien und einem ziemlich quarzreichen Gestein; und diese grundverschieden beschaffenen Gemenge sind bisher alle mit dem gleichen Namen Melaphyr bezeichnet worden" (Haarmann).

Gleichwohl dürfte es, wie Haarmann mit Recht bemerkt, augenblicklich wohl noch nicht an der Zeit sein, die nothwendig gewordene Zerfällung des bisherigen Melaphyr-Begriffs und die Verweisung einzelner wohlcharakterisirter Vorkommnisse in besondere Gesteinsordnungen vorzunehmen, da die letztern durch fortgesetzte mikroskopische Untersuchungen überhaupt noch erst festgestellt werden müssen. Die Diabase scheinen es zu sein, welchen die Haupterbschaft von Seiten der Melaphyre zufallen wird, und man mag es für fraglich halten können, ob von letztern überhaupt noch etwas Besonderes übrig bleibt. Den grössten Anspruch auf Selbständigkeit sowohl nach Structur als nach Zusammensetzung dürfen die augitärmen Melaphyre mit reichlicher gekörnelt-glasiger amorpher Masse erheben.

Augit-Andesit.

Sofern nicht mehr die specielle chemische Beschaffenheit der Plagioklase, sondern nur die trikline Natur dieses Gemengtheils überhaupt im Gegensatz zum Orthoklas für die Gesteinsbenennung verwerthet wird, ist der Name Augit-Andesit (Combination von Oligoklas mit Augit) eigentlich überflüssig, da die so bezeichneten Gesteine alsdann unter den allgemeinen Begriff des Plagioklas-Augitgemenges fallen und, indem sie jungeruptiver Entstehung sind, zu den Basalten gehören, um so eher, als es auch für viele der letztern wahrscheinlich wurde, dass ihr Plagioklas kieselsäurereicher ist als der sog. Labradorit. Vielleicht liesse sich in der Abwesenheit des Olivins bei den hierher gerechneten Vorkommnissen ein vom Basalt unterscheidendes Merkmal erblicken.

Die als Quarz-Augit-Andesite angeführten Gesteine der Andes[1], mit einem durchschnittlichen Kieselsäuregehalt von 63—67 pCt., welcher früher auf die Anwesenheit von Quarz zu schliessen veranlasste, tragen nur mit Unrecht ihren Namen, da das Mikroskop in ihnen keine Spur von Quarz erkennt, dagegen in den meisten eine beträchtliche Quantität von Glasmasse auffindet, mit deren Gegenwart wohl zweifellos die Höhe jenes Kieselsäuregehalts in Verbindung steht. Ein Gestein vom Tunguragua ist ein in Streifen und Flecken abwechselnd braun gefärbtes und fast farbloses Glas, worin eine Menge blassgrüner scharfer Mikrolithen liegt, zu klein um auf ihren Dichroismus geprüft zu werden, vielfach zu winzigen Sternchen zusammengeschossen. Zierlich sieht es aus, wie die grössern grünen Säulchen da, wo sie in den braunen Glasstellen liegen, immer zunächst von einem schmalen Hof farblosen Glases umsäumt werden. Ein anderes Vorkomm-

[1] Analysirt von Abich (Vulk. Erschein. 1841. 53), Rammelsberg (Humboldt's Kosmos IV. 629), neuerdings von Artopé (Ueber augithaltige Trachyte der Andes; Inauguraldissert. Göttingen 1872); nach Letzterm und Mitscherlich d. ä. werden übrigens die Plagioklase durch stark erhitzte Schwefelsäure herausgeätzt, scheinen also auch nicht einmal Oligoklas zu sein.

niss vom Tunguragua führt grössere schöne Plagioklase und ächte Augite ausgeschieden. In dem Cotopaxi-Gestein walten unter den Feldspathen, welche den Augit begleiten, Plagioklase vor, doch ist auch entschieden Sanidin vorhanden; das Innerste der Feldspathe ist in seltenem Maasse mit fetzenähnlichen Einschlüssen braunen Glases vollgepfropft, welche scharfbegrenzte Kerne bilden. Die Grundmasse löst sich in eine ziemlich reichliche blassbraune Glasbasis auf, erfüllt mit kleinen stacheligen, kreuz und quer gelagerten Mikrolithen. Aehnliche nur etwas glasärmere und mit stärkern farblosen Feldspathleistchen durchwachsene Grundmasse besitzt das Gestein vom Antisana; Augit liegt darin nur in ganz kleinen Kryställchen, ebenfalls Feldspath nur in höchstens 0.5 Mm. grossen Durchschnitten, welche sich aber fast sämmtlich als Sanidin erweisen, wodurch dieses Vorkommniss den neuen Santorin-Laven (S. 390) nahe tritt.

Etwas anders scheinen sich die ebenfalls hierher gezählten Gesteine des Kaukasus zu verhalten, in welchen Tschermak kürzlich wirklichen Quarz auffand[1]. Die Quarzkörner werden im Gestein vom Elbrus meist 2 Mm. gross, doch glaubt Tschermak, dass sie nicht Erstarrungsproducte sind, sondern schon vor der Eruption fertig gebildet waren. Die Grundmasse ist halbglasig und enthält Sanidin und Plagioklas, viel Augit, wenig Magnesiaglimmer und Magneteisen. Auch ein analoges Gestein vom Kasbek führt etwas Quarz.

Eine Anzahl von Gesteinen der Insel Java (von Gambirán, von Rogodjampi, Grad Jakan, Widodarin, Sungi Pait) hat Rosenbusch zu den quarzfreien Augit-Andesiten gerechnet und näher u. d. M. untersucht[2]. Neben dem vorwaltenden Plagioklas enthalten sie alle in grösserer oder geringerer Menge Sanidin; je mehr sich der letztere neben dem Plagioklas vordrängte, desto mehr verschwand das Magneteisen als hervortretender Gemengtheil, und desto deutlicher und reichlicher wurde der Augit durch Hornblende ersetzt, d. h. desto mehr näherte sich das Gestein den Trachyten. Nirgends aber überwog die Hornblende; kein einziges Vorkommniss führte Olivin als selbständigen Gemengtheil. Die Basis der Gesteine ist gewöhnlich eine braune gekörnelt-glasige Masse (mitunter eigenthümlich bandartig-streifig beschaffen), seltener ein Mikrolithen führendes oder ganz reines Glas, und Partikel derselben liegen vielfach zonenförmig geordnet in den Feldspathen und Augiten. Die Plagioklase sind manchfach zerbrochen und gequetscht, so dass sogar die Zwillings-Lamellirung Curven beschreibt, die meist grünen Augit-Durchschnitte oft polysynthetisch verzwillingt, hin und wieder mit Flüssigkeits-Einschlüssen versehen. In den Ge-

---

1) Mineralog. Mittheilungen, ges. von Tschermak 1872. II. 108.

2) Ueber einige vulk. Gesteine von Java. Ber. d. naturf. Ges. zu Freiburg i. Br. 1872.

steinen von Grad Jakan und Widodarin beobachtete Rosenbusch als erstes aussereuropäisches Vorkommniss ein reguläres Mineral der Hauyn-Gruppe, welches er zum Theil für Nosean, zum Theil für Hauyn hält, und welches nur an das reichlichere Auftreten des Sanidins gebunden ist, da fehlend, wo der Plagioklas vorzuwalten beginnt. Zersetzte Sanidine von Grad Jakan enthalten platte rundliche Täfelchen, die nach ihm möglicherweise dem Tridymit angehören.

Feldspathbasalt, Anamesit, Dolerit.

Allgemeines über die Basaltgesteine.

Die basaltischen Gesteine in der erweiterten Bedeutung sind unter den jüngern Eruptivmassen den trachytischen (Liparit, Trachyt, Phonolith, Hornblende-Andesit) gegenüber durch die Gegenwart des Augits, durch den Mangel an Quarz und Sanidin, sowie das häufige Auftreten des Olivins, die reichliche Magneteisenmenge, die basischere Constitution, das höhere specifische Gewicht und die dunklere Farbe gekennzeichnet. Sie bieten nur in verhältnissmässig sehr spärlichen Fällen ihre Gemengtheile dem blossen Auge dar.

Als ,,Basalt'' wurde eine sehr grosse Schaar von dunkeln, schweren basischen Gesteinen zusammengefasst, deren Hauptmasse dem Anblick fast homogen erschien, und deren mineralische Zusammensetzung den Gegenstand ebenso zahlreicher als wegen der ungenügenden Hülfsmittel wenig zuverlässiger Deutungen bildete, bis es der mikroskopischen Untersuchung vergönnt war, auf diese vielbesprochene Frage die Lösung zu finden [1]. Es ergab sich nämlich, dass jene, in ihrem Aeussern und in der chemischen Constitution höchst ähnlichen Gesteine nicht, wie man stets dem entsprechend vermuthet hatte, einzeln aus denselben Hauptgemengtheilen zusammengesetzt sind, sondern dass die ,,Basalte'' in drei grosse verschiedene Gruppen zerfallen, welche abweichende Mineralcombinationen darstellen; diese mikroskopischen Gemengtheils-Associationen sind indessen als solche nicht neu und fremdartig, sondern besitzen ihre längst bekannten phanerokrystallinischen Repräsentanten.

Es ordnen sich nun die ,,Basalte'' in drei Abtheilungen, welche, unter einander ganz verschieden beschaffen, nach den für die makroskopische Petrographie leitenden Grundsätzen offenbar ebensoviel besondere und wohlcharakterisirte Gesteine ausmachen. Mit Rücksicht auf den eisenfreien und thonerdereichen Silicat-Hauptgemengtheil nämlich, welcher den niemals fehlenden Augit begleitet, gibt es:

a) Feldspathbasalte, charakterisirt durch die Gegenwart von Pla-

[1] Untersuchungen über die mikroskopische Zusammensetzung und Structur der Basaltgesteine, Bonn 1870.

gioklas, gewöhnlich ohne Leucit, oft mit etwas Nephelin; sie entsprechen den deutlicher gemengten Doleriten (und Anamesiten).

b) Nephelinbasalte, mitunter auch etwas Leucit führend, die an Nephelin reichen gewöhnlich feldspathfrei; ihr Analogon ist der Nephelinit, z. B. vom Löbauer Berg in Sachsen.

c) Leucitbasalte, fast immer feldspathfrei, dagegen fast sämmtlich Nephelin, in verhältnissmässig grösserer oder geringerer, aber immer gegen den Leucit zurücktretender Menge führend.

Feldspath ist demzufolge im Gegensatz zu der früher üblichen Ansicht keineswegs ein Hauptgemengtheil sämmtlicher Basalte. Alle drei Gruppen führen stets Magneteisen (dazu auch oft Titaneisen), nahezu auch immer Olivin. Melilith und Hauyn treten nur ganz vereinzelt auf und sind dann durchgehends an die Nephelinbasalte oder Leucitbasalte gebunden.

Jene Eintheilung bezieht sich nun, wie das Mikroskop ergab, nicht lediglich auf die massigen eigentlichen Basalte, sondern es ordnen sich ihr auch sämmtliche basaltische Laven unter, welche auf ganz gleiche Weise in

Feldspath - Basaltlaven
Nephelin - Basaltlaven
Leucit - Basaltlaven

zerfallen. Und nicht nur alle Typen der Gemengtheils-Combinationen, welche man bei den eigentlichen Basalten beobachtet, sondern auch alle speciellsten Verhältnisse, die deren Mikrostructur aufweist, kehren bei den basaltischen Laven in treuer Uebereinstimmung wieder.

Ob irgend ein ,,Basalt'' nun ein Plagioklas- oder Nephelin- oder Leucitgestein sei, dieser Nachweis muss allemal für den einzelnen Fall und zwar mit dem Mikroskop ausgeführt werden, da das allen gemeinsame einfache schwarze Kleid in der That vollständig die Verschiedenheit der innerlichen Beschaffenheit verhüllt, und eine noch so sorgfältige chemische Analyse genügend sichere Schlüsse in dieser Hinsicht nicht gestattet. Bei einem vergleichenden Ueberblick über die bisherigen Untersuchungen stellt sich indess die Thatsache heraus, dass im Grossen und Ganzen die zu einem Bezirk zusammengeschaarten Basaltvorkommnisse unter einander in ihrer Zusammensetzung nur wenig differiren, während andererseits die einzelnen Regionen, gegenseitig verglichen, grössere Verschiedenheit zur Schau tragen.

,,Um nur einige Beispiele von dieser geographischen Absonderung der Basalttypen aufzuführen, sei darauf hingewiesen, dass, wie aus dem spätern hervorgeht, die Basalte des Siebengebirgs und seiner nähern Umgebung, gerade so wie die gewaltigen Basalt- und Anamesitablagerungen Schottlands, der Hebriden, der Färöer und Islands sämmtlich Feldspathbasalte sind, und sich bis jetzt noch kein Körnchen Leucit in ihnen gefunden hat, die Basalte des eigentlichen Erzgebirgs dagegen, wie es scheint,

sammt und sonders Leucit und Nephelin führen und feldspathfrei sind. Aus der Umgegend des Laacher Sees wurde bisher noch keine Lava untersucht, in welcher sich nicht reichlicher Leucit beobachten liess, während dieser Gemengtheil den zahlreichen Basalten und Laven der grossen centralfranzösischen Region (Auvergne, Cantal, Velais, Vivarais) nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse, die noch über kein Kryställchen französischen Leucits zu berichten wissen, total fehlt. Dort sind alle hierher gehörigen untersuchten Gesteine feldspathführend und dabei nephelinfrei oder nephelinarm. Auf einer geraden Linie liegen die Nephelinbasaltpunkte der schwäbischen Alp, von Weiler bei Sinsheim, vom Katzenbuckel, von Auerbach an der Bergstrasse.

Wie die Nephelinbasalte bisweilen Leucit führen und die Leucitbasalte gewöhnlich Nephelin enthalten, so scheinen auch local die Nephelinbasalte viel näher mit den verwandtern Leucitbasalten verbunden zu sein, als einer dieser Typen mit den Feldspathbasalten: erstere kommen oft zusammen in einer Region vor (z. B. Erzgebirge, Rhön), während, wenn irgendwo Feldspathbasalte auftreten, sehr geringe Wahrscheinlichkeit vorliegen dürfte, innerhalb ihres Complexes auch leucit- und nephelinreiche Glieder aufzufinden, welche fast immer gesondert ausgebildet sind.

Ob das basaltische Material Vulkane aufbaut und als Lavaströme fliesst, oder ob es, frei von ächt vulkanischem Charakter, blos sich zu Kuppen aufthürmt, als Decken ausbreitet oder Gangspalten erfüllt, das ist ganz ohne wesentlichen Einfluss auf die mineralische Ausbildung und auf die Zerfällung des Magmas in Silicate. Die Laacher Laven sind zu Leucitgesteinen geworden, wogegen es im Erzgebirge und im böhmischen Mittelgebirge gerade nicht vulkanische Basalte sind, welche als Leucitträger erscheinen und jenen möglichst ähneln. Es besteht ausser der grössern Porosität keinerlei wesentlicher Unterschied zwischen den Strömen, die am Laacher See den Kratern des Forstbergs und des Kunkskopfs entflossen sind, und dem Gestein des Felsens, auf welchem in Sachsen das Schloss von Stolpen steht. Umgekehrt zeichnen sich die geflossenen Basaltlaven Centralfrankreichs gerade durch die Abwesenheit von Leucit aus und stimmen in ihrem petrographischen Charakter durchaus mit den gewöhnlichen Basaltkuppen des Siebengebirgs überein.

Trotzdem sich so im Allgemeinen die Unterschiede zwischen Laven und nicht vulkanischen Basalten gänzlich verwischen, können dieselben doch local deutlich hervortreten: nur die ächten Laven sind es um den Laacher See und in der Eifel, welche mit Leucit ausgestattet sind, von den zahlreichen, in der Nachbarschaft umhergestreuten Basaltkuppen um Adenau und Kelberg und in dem Quellgebiet der Ahr führt, soviel bekannt, keine einzige auch nur eine Spur Leucit. Diesen ist durch ihren Plagioklasgehalt ein ganz abweichender Charakter aufgedrückt, der diesel-



ben in eine Linie stellt mit denen des Siebengebirges und seiner Trabanten auf der rechten und linken Seite des Rheins. Ganz verloren zwischen den letztern erscheint als äusserster ächt vulkanischer Vorposten der Roderberg bei Mehlem, und um die locale Differenz zwischen Basalt und Laven völlig durchzuführen, sind dessen Schlacken, im Gegensatz zu den nachbarlichen Feldspathbasalten, wieder reich an mikroskopischem Leucit, wie die des fast vier Meilen entfernten Laacher Sees.“

Feldspathbasalt, Anamesit, Dolerit.

Diese drei ihren Hauptgemengtheilen nach übereinstimmenden Gesteine unterscheiden sich dadurch, dass Dolerit die mittel- bis grobkörnigen Glieder begreift, die vorwiegend körnige Structur des Anamesits zwar makroskopisch erkennbar, aber in ihren einzelnen Elementen nicht mehr zu unterscheiden ist, der Feldspathbasalt die vielverbreiteten Gesteine umfasst, deren Masse nach Abrechnung etwa vereinzelt hervortretender Krystalle dem blossen Auge homogen erscheint. Sie bestehen aus Plagioklas, Augit, Magneteisen (Titaneisen), führen fast immer Olivin, oft auch (stets mikroskopischen) Nephelin, häufig Apatit. Dazu gehören die entsprechenden Laven.

Allerorts ist für die Feldspathe dieser Basaltgesteine die trikline Natur charakteristisch, welche im polarisirten Licht meist sehr deutlich offenbar wird. Die Plagioklase sind oftmals zu zweien oder dreien unmittelbar neben einander gedrängt oder nur durch dünne Zwischenwände von Glas oder entglaster amorpher Materie getrennt; mitunter stossen mehrere (selbst zu 14) leistenförmige Plagioklas-Durchschnitte mit einem Ende zusammen und strahlen von diesem Mittelpunkt aus mit den andern Enden radienartig nach verschiedenen Richtungen auseinander. Sonderbar ist es, dass, während in den Feldspathen der Trachyte und Liparite Glaseinschlüsse so vielfach vorkommen, dieselben in denjenigen der eigentlichen Basalte fast niemals vorhanden sind, um so auffallender, als es in den unmittelbar benachbarten Augiten und Olivinen so oft förmlich davon wimmelt. In den Feldspathen der Anamesite und Dolerite werden indessen die Glaseinschlüsse nicht ganz vermisst; sind sie reichlicher eingebettet, so steht wohl auch hier ihre Anordnung mit den Krystallcontouren in Zusammenhang. Gelbliche und grünliche Körnchen und Nädelchen finden sich gleichfalls sehr selten in den Feldspathen. Die Plagioklase der basaltischen Gesteine erscheinen im Allgemeinen recht frisch und unzersetzt, nur bisweilen weisen grössere Individuen leichte Trübung, zunächst längs der Grenzlinien der verzwillingten Lamellen, auf. Die Gruppirung der leistenförmigen kleinen und schmalen Plagioklas-Durchschnitte bewirkt häufig eine ausgezeichnete Fluctuationstextur.

Während man früher allgemein für den basaltischen Plagioklas annahm,



dass derselbe in den meisten Fällen dem sog. Labradorit angehöre, stellenweise auch an den noch basischern Anorthit dachte, hat es sich durch Aetzversuche, welche später von H. Möhl bestätigt wurden, ergeben, dass hier wohl gewöhnlich ein kieselsäurereicherer Kalknatron-Feldspath vorliegt, als man glaubt, etwa von der Zusammensetzung des sog. Andesin oder Oligoklas. Es stellte sich heraus, dass durch 8—10 tägige Behandlung vieler gepulverter Basalte mit concentrirter Salzsäure unter abwechselndem Kochen die mikroskopischen Plagioklas-Theile weder an Quantität verloren hatten, noch in ihrer Beschaffenheit verändert waren, dass sie also nicht sonderlich basischer Natur sein können, indem sie sonst hätten zersetzt werden müssen[1]. Damit steht alsdann der vormals gar nicht berücksichtigte Umstand in Zusammenhang, dass bei dem grössten Theil der Partialanalysen von Basalt die unlöslichen Antheile einen Kieselsäuregehalt besitzen, welcher, obschon der ganze (basischere) Augit darinsteckt, so hoch ist, dass er selbst den des Labradorits weit übertrifft. Doch ist es immerhin möglich, dass den Feldspathen der verschiedenen Basalte eine abweichende Zusammensetzung zukommt, wie ja aus basaltischen Gesteinen mehrfach Anorthit leibhaftig analysirt wurde.

Etliche Basalte enthalten Feldspathdurchschnitte, welche man nach ihrem Polarisationsverhalten für nichts anderes als für Sanidin erachten kann. Allemal aber stehen sie selbst in den feldspathreichsten Vorkommnissen überaus zurück gegen die unzähligen vielfach gestreiften triklinen. Und indem sie so im Allgemeinen nur für selten und sodann ganz sporadisch auftretende förmlich accessorische Gemengtheile gehalten werden können — zu vergleichen umgekehrt den triklinen Feldspathen in dem Sanidingestein Phonolith —, sind und bleiben diejenigen Basalte, welche überhaupt Feldspath führen, ächte Plagioklasgesteine.

Die Krystalle von Augit, von denen die grössern hin und wieder im polarisirten Licht die S. 173 erwähnte Zwillingsstreifung, häufiger concentrische Schaalenstructur darbieten, enthalten mit bemerkenswerther Constanz zahlreiche fremde mikroskopische Einschlüsse: Augitmikrolithen, gewöhnlich regellos eingewachsen und unter den verschiedensten Winkeln geneigt, stellenweise ein förmliches Netzwerk ausmachend, so dass die Augitmasse wahrhaft damit durchspickt erscheint; schwarze Körner von Magneteisen, mehr wohl am Rande als in der Mitte der Augitkrystalle versammelt; farblose scharf sechsseitig begrenzte Apatitnadeln, immer blos vereinzelt, meist in den Augiten von gröberkörnigen Basaltgesteinen. Von mehr rundlichen als verzerrten Glaseinschlüssen ist kein Augit von den

---

[1] F. Z., Basaltgesteine S. 36. Dadurch wird die Nothwendigkeit einer besondern Unterscheidung von »Augitandesiten«, welche wie die Hornblendeandesite einen oligoklasähnlichen Feldspath führen, sehr zweifelhaft (vgl. S. 418).



grössten bis zu den allerwinzigsten mikroskopischen frei; erwähnenswerth sind die Glaseinschlüsse, welche selbst die äussere Form von Augitkrystallen besitzen, Prisma, Klino- und Orthopinakoid und Hemipyramide deutlich erkennen lassen und dabei ein meist grosses Bläschen aufweisen — wie dieselben z. B. in den Augiten der Basalte von Leipa in Böhmen, vom Hochpochter in der Eifel (hier in grosser Anzahl) beobachtet wurden. Bisweilen ist es selbst ein wahres Glasgeäder, bestehend aus theilweise aneinanderhängenden bläschenfreien Glasfetzen, welches die grössern Augitkrystalle netzartig durchzieht. Isolirte Einschlüsse der benachbarten basaltischen Masse werden in den grössern Augiten keineswegs selten angetroffen, und hin und wieder hat bei den dickern der Durchschnitt genau dieselben Contouren wie der umhüllende Augitkrystall. Nicht sonderlich häufig, aber doch recht deutlich erscheinen auch Flüssigkeitseinschlüsse in diesen Augiten (S. 176); Dampfporen, zu Haufen versammelt oder zu langen Streifen zusammengruppirt, sind reichlich vorhanden. Mikrolithen, Magneteisenkörner und Glaseinschlüsse erfüllen manchmal den Augit der Basalte dergestalt, dass diese fremden Gebilde — was indessen wohl auf Täuschung beruht, — fast ebensoviel auszumachen scheinen, wie die Augitmasse selbst. Bisweilen gewahrt man in den Basalt-Dünnschliffen diese Verunreinigungen sogar mit einer schwachen Loupe: in den Augitdurchschnitten liegen dunklere Fleckchen und feine trübe Streifchen, die sich u. d. M. in Haufen oder Reihen von jenen Körperchen oder von blasenartigen Dampfporen auflösen.

Neben den grössern mikroskopischen Augiten erscheinen lichtbräunlichgelbe und blassgrüne, bei sehr grosser Dünne fast ins farblose gehende Augitmikrolithen; bald kürzer, bald aber auch ganz auffallend lang und sich alsdann förmlich durch das Gesteinsgewebe hindurchspinnend, sind sie mitunter an einem Ende etwas keulenförmig verdickt, auch wohl gekrümmt und hakenähnlich gebogen, in zwei Spitzen getheilt, oder parallel zu mehrern dicht neben einander gedrängt. Sie dürfen nicht mit den wirklich farblosen scharf hexagonalen Apatitnadeln verwechselt werden. Ausserdem begegnet man in den Basalten noch massenhaften Anhäufungen eng aneinander gruppirter und unregelmässig begrenzter Augitkörner, manchmal mit Magneteisenpartikeln reichlich durchmengt; diese Haufwerke, welche mitunter sogar den Umriss eines Augitkrystalls roh wiederzugeben trachten, polarisiren hübsch mit mosaikartig buntem Farbenbild. — Der Augit in den Basalten ist, zumal im Gegensatz zu dem Olivin (und Nephelin) gleich dem Feldspath, ein widerstandsfähiger Gemengtheil, nur selten spurenhaft angegriffen und noch weit entfernt von jenen Umwandlungen in Grünerde, Chlorit und Kalkspath, wie sie die Augite älterer Gesteine z. B. der Diabase schon erfahren haben.

Der Nephelin tritt in den Feldspathbasalten, in welchen er accessorisch

zugegen ist, meist in so winzigen Individuen und auch so im Gesteinsgewebe versteckt auf, dass seine Auffindung nur im sehr dünnen Schliff mit starker Vergrösserung und bei einer gewissen Uebung im Mikroskopiren gelingt.

Der Olivin scheint im Allgemeinen in diesen Feldspathbasalten häufiger als in den Nephelin- oder Leucitbasalten: in den gröberkörnigen hierher gehörigen Doleriten und Anamesiten tritt er aber augenscheinlich zurück. Einschlüsse von Glas, Magnet- oder Titaneisen und den S. 213 erwähnten bräunlichen Körnchen sind in den basaltischen Olivinen sehr verbreitet, solche einer Flüssigkeit keineswegs selten; letztere finden sich auch in den Olivinen von ächten geflossenen Basaltlaven (z. B. vom Mosenberg in der Eifel). Abgesehen von den erratischen Olivinfels- und Lherzolithbruchstücken in den Basalten können die kleinen isolirten makroskopischen und mikroskopischen Olivine der Basalte nur für directe Ausscheidungen aus dem basaltischen Magma erachtet werden. Offenkundige Zeugnisse für diese Bildungsweise und gegen ihre Präexistenz sind ihre regelmässige Vertheilung innerhalb der Basaltmasse, ihre so oft scharf und vollkommen krystallisirte Umgrenzung, die Einschlüsse endlich sowohl von Glas, welches mit der etwa in den Basalten vorhandenen hyalinen Substanz allemal übereinstimmt, als auch des benachbarten Gesteinsgemenges, welches auch wohl mikroskopisch lange Arme und Keile in die Olivine hineinsendet. Zerbrochenen und auseinander gedrängten Krystallen begegnet man namentlich in gewissen Basalten häufig. Ueber die mikroskopischen Umwandlungsvorgänge bei den basaltischen Olivinen, von welchen vielleicht kein einziges Individuum völlig verschont geblieben ist, vgl. S. 215. In Basalten, welche zersetzten Olivin führen, beobachtet man vielfach, dass mikroskopische Klüftchen des Präparats längs der Wände mit überaus zarten, etwas von einander abweichend gefärbten, oft fein gewellten Absätzen einer Substanz erfüllt sind, welche mit dem serpentinartigen Umwandlungsproduct des Olivins übereinzustimmen scheint. Das letztere hat auch dann und wann das benachbarte Gesteinsgewebe schwach imprägnirt und demselben z. B. eine röthlich-gelbe Färbung verliehen.

Die mikroskopischen Magneteisenkörner sind gewöhnlich recht regelmässig durch die Basaltmasse vertheilt. Häufiger als anderswo erscheinen in den Basalten und zugehörigen Laven die niedlichen Aggregationen von Magneteisen, zusammengesetzt aus einer Axe von aneinandergereihten Oktaëdern, an welche kleinere Aeste rechtwinkelig angeheftet sind (vgl. S. 244. Fig. 62). Die impelluciden schwarzen Körnchen dagegen, welche man in dem wochenlang unter abwechselndem Kochen mit Salzsäure behandelt gewesenen Basaltpulver u. d. M. ganz unversehrt gewahrt, und welche der Magnetstab nicht auszieht, können selbstredend kein Magneteisen sein.

Auf Grund dieser Unlöslichkeit, des Titansäuregehalts der Basaltanalysen und des an das Rhomboëdrische erinnernden Umrisses mancher solcher Körnchen wird man dieselben gewiss dem Titaneisenerz zurechnen dürfen; unentscheidbar ist es freilich durch das blosse Ansehen, ob nicht vielleicht auch ein Theil derselben dem Picotit oder Pleonast angehört. Nach Sandberger tritt in den Doleriten und Anamesiten das Magneteisen völlig zurück, ja fehlt hier ganz und wird durch ein oft nur sehr schwach magnetisches Titaneisen ersetzt, welches in den Präparaten meist in der Form schwarzer schmaler Leisten erscheint (so dass der Schliff wie zerhackt aussieht), selten schwarze Sechsecke bildet [1]). Th. Andrews hat in Basalten der irländischen Grafschaft Antrim (z. B. des Hügels von Slievemish, der Maiden rocks) [2]), Pagels in dem vom Bärenstein im Erzgebirge, Reuss in manchen böhmischen [3]) einen Gehalt an metallischem Eisen nachgewiesen, weil das in einem Porzellanmörser gepulverte Gestein aus einer Kupfervitriollösung metallisches Kupfer niederschlägt, was durch Magneteisen nicht bewirkt wird. Das gediegene Eisen scheint demnach mehrorts in Basalten vorzukommen, u. d. M. lässt es sich indessen, mag es nun als Oktaëder oder als Körner zugegen sein, wegen der übereinstimmenden Impellucidität von dem Magneteisen nicht unterscheiden.

Bräunlichrothe, bei horizontaler Lage und normaler Ausbildung deutlich hexagonale Blättchen, mehr oder weniger durchscheinend, können kaum für etwas anderes als für Eisenglanz gehalten werden. Selten übersteigt ihr Durchmesser 0.02 Mm.; sie pflegen sich weniger in den feinkörnigen eigentlichen, vorzugsweise in den gröberkörnigen anamesitischen Feldspath-Basalten einzustellen. Hornblende und Magnesiaglimmer sind, wie es scheint, lieber accessorische Gemengtheile der leucit- und nephelinführenden als der Feldspath-Basalte. Melilith, Hauyn und Nosean kommen, soviel bekannt, nur in den erstern vor.

So lange die Basalte überhaupt noch zu Dünnschliffen präparirt werden können, beschränken sich die darin eingetretenen Veränderungen auf diejenigen einzelner Gemengtheile (vgl. diese). In diesem Umwandlungsstadium ist die Zersetzung keineswegs schon so intensiv, wie man vielleicht mit Rücksicht auf die mittlerweile entstandene schmutzige Farbe glauben mag, und namentlich sind die eigentlichen Structurverhältnisse dabei noch gar nicht alterirt. Wenn auch die gelblichbraune Verwitterungsrinde, welche so oft die Oberfläche der Basalte bildet, schon entstand, so ist gleichwohl damit noch keinerlei tiefeingreifende und allgemeine moleculare Umwandlung verknüpft. Letztere besteht unter vorläufiger gänzlicher

---

1) Neues Jahrb. f. Mineral. 1870. 206.

2) Chemical gaz. 1852. 416; vgl. auch Poggendorff's Ann. 1853. Bd. 88. 321.

3) Sitzungsber. d. Wiener Akademie 1857. XXV. 545.

Verschonung von Augit und Feldspath in der Metamorphose des Olivins, des Magneteisens sowie der etwa vorhandenen amorphen Zwischenmasse, wobei dann oft ein durch diese Zersetzungen gelieferter bräunlichgelber Saft zwischen die einzelnen noch frischen Gemengtheile eingedrungen ist. Bezüglich der mikroskopischen Secretionen innerhalb dieser Felsarten muss auf die erwähnte Schrift von F. Z. über die Basaltgesteine S. 83 verwiesen werden.

Die Grundmasse der feldspathführenden Basalte sammt den zugehörigen Laven ist sehr abweichender Mikrostructur fähig. Im folgenden findet sich auf Grundlage der eben angeführten Untersuchungen eine Uebersicht über die verschiedenen bis jetzt beobachteten Ausbildungsweisen zusammengestellt, wobei selbstredend auf das makroskopisch porphyrartige Gefüge keine Rücksicht genommen ist. Wenn eine Anzahl von Beispielen hinzugefügt wurde, so gilt es dabei zu bedenken, dass dieselben sich nur auf die gerade vorliegenden Handstücke beziehen, und dass der Mikrostructur keineswegs in derselben Ablagerung eine durchgehende Constanz eigen ist. Trägt doch sogar hin und wieder ein und dasselbe Präparat in dieser Beziehung an beiden Enden etwas verschiedene Verhältnisse zur Schau.

I. Grundmasse gleichmässig krystallinisch-körnig zusammengesetzt; es tritt keine vorwaltende oder auch nur reichliche amorphe mikroskopische Basis, weder im glasigen, noch halbglasigen, noch entglasten Zustande als solche hervor, selbst keine zwischen die Krystalle gedrängte amorphe Masse, und es zeigt sich auch keine Andeutung zu porphyrartiger Mikrostructur. Dennoch steckt wohl meistens etwas glasige Substanz zwischen den Gemengtheilen, welche aber als solche nicht in die Augen fällt, oder es erscheinen auch hier und da sogar ganz vereinzelte kleine glasige Fleckchen, meist von lichtvioletlicher oder bläulichgrauer Farbe, welche gewöhnlich mit büschelförmig oder flockenartig zusammengehäuften geraden, geknickten, gebogenen Trichiten durchwachsen sind. Diese Structur der Grundmasse ist in mikroskopisch kleinkörniger Ausbildung ausserordentlich verbreitet, z. B. bei den meisten Basalten des Siebengebirges und der Eifel, vom Westerwald, vielen aus Hessen; Laven der Auvergne, von Agde unweit Cette, Aden in Arabien. Bald aber auch mikroskopisch gröberkörnig, wozu sich einzelne im Dünnschliff schon hervortretende Krystalle gesellen, z. B. Löwenburg im Siebengebirge, Rautenberg in Mähren, Castellfelsen von Edinburgh.

Dieselbe ganz oder fast ganz krystallinische Structur, aber mit zahlreichen makroskopischen Krystallen ist vielen Doleriten eigen, z. B. solchen aus Schottland, dem vom Meissner in Hessen, welcher jedoch eine zwar sehr geringe Menge von amorpher Masse aufweist. Diese Dolerite enthalten gewöhnlich verhältnissmässig viel Feldspath, nicht eben reich-

lichen Olivin, wohl nur selten Nephelin und sind deshalb etwas reicher an Kieselsäure und ärmer an Magnesia als die eigentlichen Basalte; sie führen nach Sandberger nicht Magneteisen, sondern Titaneisen.

II. Grundmasse ein sehr mikroskopisch-feinkörniges (krystallinisches oder nur spurenhaft Glas enthaltendes), aus verkrüppelten Mikrolithen der Gemengtheile bestehendes Aggregat, woraus mikro- (und makro-) porphyrisch einzelne grössere Krystalle (meist Feldspathe, weniger häufig Augite) deutlich und scharf begrenzt hervortreten. Seltene, aber sehr charakteristische Ausbildungsweise, z. B. beim B. von Kieshübel bei Dilln unweit Schemnitz, vom Jungfernberg im Siebengebirge, von Funchal und dem Pico Ruivo auf Madeira; Laven vom Puy de Pariou (Auvergne) und der Insel St. Paul im indischen Ocean. An allen so entlegenen Orten stimmt die Entwicklung der Grundmasse auf das täuschendste überein (vgl. Melaphyr S. 412).

III. Grundmasse, in welcher eine homogene glasige (oder durch Ausscheidungen etwas halbglasige) Basis meist von gelbbräunlicher Farbe stark entwickelt ist, aber doch kaum so, dass sie an Masse die krystallinischen Gemengtheile übertrifft.

a. Basis reines Glas, z. B. Elfershausen in pr. Hessen, Weissholz bei Lütgeneder, Stillberg im Habichtswald, auch Frickhofen bei Hadamar in Nassau.

b. Basis mit gestrickten oder netzartig zusammengehäuften Trichiten (und dunklen Körnchen), z. B. Dächelsberg bei Oberbachem unfern Bonn, Schafsberg bei Limburg a. d. Lahn, Salesl an der Elbe in Böhmen, Milleschauer im böhmischen Mittelgebirge, Anneklef bei Hör in Schonen Stellenweise ist es wegen der Aehnlichkeit der Substanz und der Aggregation nicht leicht, die Trichitnetze von den ästigen Magneteisenskeletten zu unterscheiden.

IV. Grundmasse bestehend aus grössern Krystallen und einer zwischen die divergirenden Durchschnitte derselben gedrängten und keilförmig eingeklemmten, als solche amorphen Substanz, welche an Quantität gegen die individualisirten Gemengtheile entschieden zurücktritt.

(a. zwischengeklemmte Basis rein glasig, ein sehr seltener Fall)

b. zwischengeklemmte Basis ein Glas mit oft reichlich ausgeschiedenen dunklen Körnchen (vgl. S. 272); sehr charakteristisch an den verschiedensten Orten sich wiederholend z. B. Berg Smolnik zwischen Kremnitz und Heil. Kreutz in Ungarn, Dunglass in Strathblane n. n. w. von Glasgow, Furth Soleyjarhöfdi am Thjorsau-Fluss in Island; Lava von Beaulieu in der Auvergne, Hekla-Lava von 1845.

c. zwischengedrängte Basis mit massenhaft ausgeschiedenen farblosen und dunkeln Nädelchen, Keulchen und Körnchen (welche nicht als eigentliche Gemengtheile auftreten und nicht Mikrolithen der grössern Kry-

stalle sind (vgl. S. 276); gleichfalls sehr constant wiederkehrend: dazu gehören die meisten Anamesite z. B. Steinheim bei Hanau, Wilhelmshöhe bei Cassel, Steinbahn bei Siegburg, Dransberg bei Dransfeld unweit Göttingen; die anamesitischen Basaltgesteine des nordwestlichen Europas, Islands, der Färöer, Schottlands, der Hebriden, Grönlands; auch einige Dolerite. Die amorphe Zwischenmasse ist allerorts sehr leicht zur Umwandlung geneigt (vgl. darüber S. 278). Wo sie zurücktritt, bildet sie oft nur dünne Scheidewände zwischen den krystallinischen Gemengtheilen. Diese Anamesite zeichnen sich daneben durch das Vorwalten des Feldspaths und dadurch aus, dass der Augit etwas, der Olivin viel mehr zurücktritt. Auch ist der Augit in ihnen im Allgemeinen nicht so regelmässig krystallisirt wie in den fast vollständig-körnigen Basaltgesteinen: es erscheint neben den Augitkrystallen auch oftmals Augitsubstanz mit nicht selbständiger, sondern mit einer von den Feldspathgestalten abhängigen Begrenzung. Der letztere Gemengtheil ist gewiss der durchweg zuerst auskrystallisirte. Nephelin tritt hier recht spärlich, Apatit wohl häufiger ein.

Zwischen diesen wohlcharakterisirten Ausbildungsweisen kommen namentlich die Uebergänge von I in III und IV, seltener in II, sodann von III in IVa und IVb, sowie von IVb in IVc vor. Alle Typen der Mikrostructur, die bei den gewöhnlichen Feldspathbasalten beobachtet werden, finden sich bei den Feldspath-Basaltlaven wieder, welche sich nur durch grössere Porosität unterscheiden.

Aus vorstehendem erhellt, dass auch für die Basalte die frühere, nur auf allgemeine Schlussfolgerungen und nicht auf den Augenschein sich stützende Ansicht, es seien diese Gesteine sammt und sonders bis in ihre kleinsten Theilchen krystallinisch zusammengesetzte Massen, eine durchgreifende Aenderung erfahren muss.

Der in den Basalten so vielorts vorhandene Glasteig, welcher nach den Ergebnissen der Bauschanalysen nicht sonderlich kieselsäurereich sein kann, scheint ein und dieselbe Substanz zu sein wie der Tachylyt, jene dunkle, amorphe Masse von firnissartigem Glasglanz, welche sich innerhalb des Basalts findet und in der That eine hyaline Modification desselben darstellt. Versuche haben dargethan, dass die Glasmasse in den äusserlich nichts davon verrathenden Basalten durch Säuren unter Abscheidung gallertartiger Kieselsäure rasch und vollständig zersetzt wird — eine Eigenschaft, von welcher der Tachylyt sogar seinen Namen trägt[1]. Aus dem mit Salzsäure

---

[1]) Rosenbusch sagt in seiner trefflichen Beschreibung des Gesteins von der Limburg im Kaiserstuhl (Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 140), „man dürfe die Tachylyte und verwandte Substanzen, welche man gewiss mit Recht als glasig erstarrte Basaltmagmen

geätzten und von dem gebildeten Kieselsäureschleim befreiten Basaltpulver sind u. d. M. sammt den Olivin- und Magneteisenpartikelchen auch die Glastheilchen gänzlich verschwunden. Auf diese hyaline Substanz ist zweifellos in erster Linie die Gallertbildung auch derjenigen Basalte zu schieben, welche keinen Nephelin und Zeolith enthalten, und deren Olivinmenge allein nicht hinreicht, das starke Gelatiniren hervorzurufen. Wegen unserer Unbekanntschaft mit der wahrscheinlicherweise wechselnd und jedenfalls nicht nach Proportionen zusammengesetzten Glasmasse ist es nun aber auch fruchtlos, die Analyse des gelösten Basalttheils näher interpretiren zu wollen[1]). Aus der tachylytartigen Natur des basaltischen Glasteigs erklärt sich auch vielleicht der befremdend hohe Kalkgehalt, welchen die löslichen Theile mancher Basalte und Basaltlaven zeigen: der Tachylyt selbst besitzt nämlich einen Kalkgehalt von 7 bis über 8 pCt. Und da der Tachylyt eine nicht unbeträchtliche Wassermenge chemisch gebunden enthält, so liegt die Wahrscheinlichkeit vor, dass es die basaltische Glasgrundmasse ist, auf welche wenigstens ein Theil des Wassergehalts zurückgeführt werden kann, den selbst die vollkommen frischen und zeolithfreien Basalte in geringer Menge ergeben.

Im folgenden ist versucht worden, die bis jetzt als feldspathführend bekannt gewordenen Basaltgesteine aneinanderzureihen; die nähere mikroskopische Charakteristik, auf welche hier im einzelnen nicht speciell eingegangen werden kann, findet sich für die meisten Vorkommnisse in der angeführten Schrift von F. Z.

---

ansicht, nicht mit den basaltischen Gesteinsgläsern identificiren, die ja die glasig erstarrten Residua solcher Magmen sind, aus denen schon verschiedene Substanzen nach verschiedenen stöchiometrischen Proportionen sich krystallinisch getrennt hatten.“ Dass der letztere Vorgang auf die chemische Beschaffenheit des zurückbleibenden Residuums keinen wesentlichen Einfluss auszuüben braucht, erweist die bekannte Thatsache, dass bei so manchen Felsitporphyren die Bauschanalyse des ganzen Gesteins mit der Analyse der sog. Grundmasse (ohne ausgeschiedene Krystalle) auffallend übereinstimmt. Stellt der Tachylyt die ganze Basaltmasse als solche vor, so kann er demzufolge auch den basaltischen Glasteig repräsentiren. Wenn Rosenbusch fortfährt: „Auch das Gelatiniren darf nicht als Beweis für die Identität der Gesteinsgläser der Basaltfamilie und der Tachylyte angesehen werden; denn einmal gelatiniren nicht alle Tachylyte, und andererseits wissen wir in Wirklichkeit noch gar nicht, wodurch es bedingt wird, dass ein Silicat gelatinire oder nicht“ — so braucht dem wohl kaum hinzugefügt zu werden, dass das gelatinirende Basaltglas natürlich nicht mit den unzersetzbaren sog. Tachylyten verglichen werden soll, welche, selbst gegen ihren Namen Widerspruch erhebend, gar nicht hierher gehören und von Rosenbusch auch gar nicht als solche anerkannt, unter einer besondern Bezeichnung getrennt werden. Und die Frage, woher das Gelatiniren eigentlich komme, scheint für den vorliegenden Punkt ganz unerheblich.

1) Ebenso vereitelt die durch das Mikroskop aufgefundene anders geartete amorphe Substanz in den Basalten (III b, IV b und c) im Voraus jedwede nähere Deutung der Analysen.

B. des Siebengebirges und seiner Umgebungen: Obercassel, Casseler Ley, Ramersdorf, Finkenberg, Weilberg, Oelberg, Jungfernberg, Petersberg, Kutzenberg, Gierswiese, Nonnenstromberg, Löwenburg (doleritisch), Leiberg, Minderberg, Unkel, Dächelsberg bei Oberbachem, Scheidskopf[1]), Steinbahn und Caldauen bei Siegburg (doleritisch) — manche davon etwas nephelinhaltig.

B der Eifel; Landskron bei Neuenahr, Hohe Kotzhardt bei Kirchsahr, Nürburg, Brinkenköpfchen bei Kelberg (doleritisch), Hochpochter bei Kaisersesch — meist ziemlich arm an grössern Olivinen.

Hohenseelbachskopf und Rödger Wald bei Siegen, Druidenstein bei Kirchen, Scheda im Amt Olpe. Stephanshügel und Schafsberg bei Limburg a. d. Lahn, Hornköppel bei Oberbrechen a. d. L. (doleritisch), Blasiusberg und Dornburg bei Frickhofen unfern Hadamar. — Deidesheim a. d. Hardt.

Steinheim bei Hanau (Anamesit), Ulmbach bei Hanau, Sprendlingen bei Frankfurt, Steinau im Kinzigthal, Vilbach unfern Orb in Hessen, Gegend von Elfershausen in Hessen, Calvarienberg bei Fulda, Umgegend von Marburg, Aspenkippel bei Climbach unfern Giessen (nach Streng), Bühl bei Weimar unfern Cassel (nach Möhl), Bausberg bei Cassel, Wilhelmshöhe bei Cassel, Stillberg im Habichtswald, Escheuroth und Gethürms bei Angerod im Vogelsgebirge, Sababurg auf dem Reinhardswald (Dolerit), Meissner (Dolerit), Dransberg und Säsebühl bei Dransfeld unfern Göttingen, Hellegrund bei Münden.

Kemnath im Fichtelgebirge.

Zeitler bei Rumburg. — Eckartsberg bei Zittau und Gutta, Lausitz.

Steinschönau in Nordböhmen, Wannowa und Salesl a. d. Elbe, Böhmisch-Leipa, Schönhof n. w. von Podersam (nach K. Vrba) und Waltsch in Böhmen, Rautenberg in Mähren.

Weitendorf bei Wildon (mit Glasmasse) und Klöch unfern Gleichenberg (ohne Olivin) in Steiermark[2]), beide auch etwas Hornblende führend.

Kieshübel bei Dilln, unfern Schemnitz, Berg Smolnik bei Kremnitz, Sömoskö, Solyo im Neograder Comitat, Ungarn. — Plotzka bei Vaida (Runuyad), Siebenbürgen.

Fonte del Capo oberhalb Avesa im Vicentinischen. Radicofani in Italien, doleritisch[3]).

---

1) Wurde auch von Dressel untersucht, der aber nach Abbildung und Beschreibung sogar den braungelben und grünen Augit darin für Feldspath gehalten hat (Die Basaltbildung in ihren einzelnen Umständen erläutert. Gekrönte Preisschrift. Haarlem 1866).

2) Untchj, Mittheil. des naturw. Ver. f. Steiermark 1872.

3) Von E. Weiss untersucht (Zeitschr. d d. geol. Ges. XVII. 1865. 405). Die

Anneklef bei Hör, schwed. Prov. Schonen.

Arthurs Seat und Castellfelsen bei Edinburgh, Strathblane bei Glasgow, zahlreiche Gänge und Decken auf Arran, Mull, Skye, Fingalshöhle auf Staffa (Hebriden). Riesendamm (Giants causeway), Irland. — Färöer.

Fuss der Esja am Fjord von Reykjavik, Insel Videy bei Reykjavik, Weideplatz Seljadalr bei Thingvellir, Vadlaheidi am Eyjafjord, Raudarsbrida am Hamarsfjord, Bulandstindr, Hörgsdalr in der Skaptafellssyssel — diese isländischen meist anamesitisch. — Kajartetik in West-Grönland.

Idisi bei Erman, Gori Djuari, Perevisa und Simoneti bei Kutais im Kaukasus, die beiden letztern Dolerite, nach Tschermak [1]).

Funchal und Pico Ruivo auf Madeira. — Paranagua in Venezuela. — Batú-Dodol auf Java [2]).

Von den zugehörigen Feldspathbasalt-Laven sind anzuführen:

Wolsberg bei Siegburg, Langenscheid in Nassau.

Die Basaltlaven der Auvergne, welche von A. v. Lasaulx sehr ausführlich beschrieben wurden [3]); als Gemengtheile erscheinen Plagioklas, Augit, Olivin, Magneteisen, körnig entglaste Masse ist reichlich vorhanden (vgl. S. 273). Untersucht wurden die Laven vom Gravenoire, Chuquet Couleyre, Puy de Colière, Puy de Côme, Puy de Louchadière, Puy de Pariou (davon einige Stellen Sanidin und Hornblende führen). Auch v. Lasaulx konnte in keiner dieser Laven Leucit oder vorwiegenden Nephelin auffinden. — Fort Brescou bei Agde unweit Cette.

Aetna-Laven.

Hekla-Lava von 1845, sowie ältere Ergüsse, Skaptárjökull-Lava 1783, Lavafeld Almenningrhraun zwischen Reykjavik und Krisuvik auf Island. — Lava von Jan Mayen.

Aden in Arabien; die Lava vom Marschag-Hill untersuchte J. Nied-

---

neben den farblosen triklinen Feldspathen befindlichen „zahlreichen, meist grössern gelblichen Olivinkörner, deren Umriss theils symmetrisch sechsseitig, theils achtseitig, meist aber rundlich und unbestimmt erscheint, und welche von Sprüngen stark durchsetzt werden", sind nach dieser Beschreibung wohl gewiss Augite. „Ferner erscheinen nicht selten schwarze opake Körner, aus Aggregaten gebildet, welche Zwischenräume zwischen den andern Krystallkörnern ausfüllen und daher sehr verschiedenartige Umrisse zeigen; dieser Bestandtheil ist mit Wahrscheinlichkeit für Augit zu halten, wenngleich dieser sonst in recht dünn geschliffenen Platten braun oder grün durchscheinend zu sein pflegt, wovon hier kaum Spuren." Das ist ganz entschieden kein Augit, sondern wahrscheinlich theils Magneteisen, theils opak gebliebene amorphe Zwischenklemmungsmasse, wie sie in den Doleriten so gut hervortritt.

1) Mineralogische Mittheilungen 1872. II. 107.

2) Rosenbusch, Ber. d. naturf. Ges. z. Freiburg i. Br. 1872.

3) Neues Jahrb. f. Mineral. 1869. 641; 1870. 693; 1871. 673. Die Fortsetzung bezieht sich auf Trachyte.

zwiedzki[1]. — Insel St. Helena. — Insel St. Paul im indischen Ocean. — Vandiemens-Land, mit eingeklemmten Partieen von braunem reinem und Mikrolithen führendem Glas.

Tachylyt.

Der Tachylyt wird mit Recht für eine unter besondern Umständen erzeugte glasartige Modification des Basalts angesehen. Zum überwiegenden Theil besteht er u. d. M. aus einer gewöhnlich bräunlichen hyalinen Masse, worin ausser spärlichen Krystallen von Augit, Plagioklas, Nephelin, Apatit eigenthümliche concretionäre Entglasungs-Ausscheidungen vertheilt liegen. Abgesehen von dem möglichst reinen Glas, sind die vorwiegend mit den letztern Gebilden ausgestatteten Tachylyte die charakteristischsten: je mehr die eigentlich krystallinischen Ausscheidungen vorwalten, desto mehr nähert sich der Tachylyt den glasreichen Basalten.

Bei den Dünnschliffen des Tachylyts von Bobenhausen im Vogelsgebirge beobachtet man mit der Loupe in dem tiefbraunen Glas zahlreiche dunkle rundliche und am Rande fein ausgezackte Körnchen und dunkle unregelmässig verästelte Figuren mit ebenfalls ausgefranztem Rande, ferner breitere undurchsichtige Streifchen, welche durch eine lineare Gruppirung dieser Gebilde entstanden scheinen. Zunächst sind diese schwarzen Körper von auffallend lichterer Glasmasse, wie von einem schmalen Hof umsäumt, der allmählig in das dunkelbraune vorwaltende Glas verläuft und wohl dadurch entstanden ist, dass die Ausscheidungen den Eisengehalt des nachbarlichen Glasmagmas für sich verbraucht haben. „U. d. M. haben

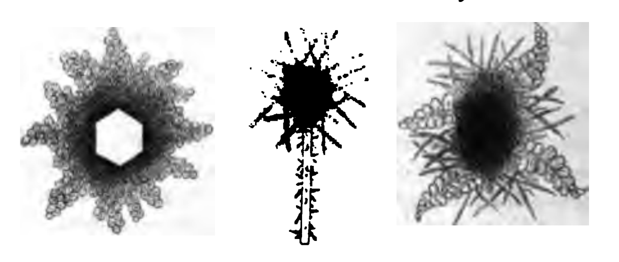


Fig. 85.

jene fremden Gebilde im Glas bei starker Vergrösserung ein recht eigenthümliches Aussehen und bieten Formen dar, welche ungemein an das organische Reich erinnern (Fig. 85). Diejenigen Körperchen, aus deren

---

[1] Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. LXIII. 1. Abth. 1871.

Aggregation die verschiedenen Gestaltungen hervorgehen, sind unendlich winzige längliche, eiförmig rundliche Körnchen (Globuliten) und spitzige Keilchen, beide von brauner Farbe. Die Körnchen erzeugen Zusammenhäufungen, deren Form man am besten mit dem Wedel eines Farns vergleichen kann: zwei Reihen derselben verlaufen so neben einander, dass es aussieht, als ob sie an einer Spindel befestigt seien, und um die Aehnlichkeit mit einem einfach gefiederten Wedel noch zu erhöhen, nehmen die Körnchen nach einer Richtung allmählig an Dicke ab, so dass der Wedel ein breiteres und ein in eine ganz feine Spitze auslaufendes Ende hat, welches sehr häufig deutlich etwas krumm gerollt ist. Daneben kommen auch zusammengesetztere Wedel vor, deren Fiedern durch Repetition in der angedeuteten Weise abermals fiederspaltig sind. Die Wedelchen besitzen hier keine eigentliche solide Spindel, sehr oft sieht man, dass die beiden Körnerreihen einen überaus schmalen lichten Glasstreifen zwischen sich lassen; nur selten verläuft zwischen den beiden Zeilen eine Mittelreihe von noch dunklern und noch kleinern Körnchen. Solche braune Wedelchen liegen seltener vereinzelt in der Glasmasse, gewöhnlich haben sich mehrere derselben zusammen vereinigt, wodurch allerlei Gestalten hervorgehen. Sind die Wedelchen lang, die Spitzen schmal und fein, so bilden sie, indem ihrer nur wenige ihre breiten Enden einander zukehren, schöne zarte mehrstrahlige Sterne, von denen oft zahlreiche neben einander gruppirt sind. Fügen sich sehr viele rasch breiter werdende Wedel mit ihren dicken Enden wirr zusammen, so entsteht ein klumpenförmiger Körper, welcher in der Mitte eine braunschwarze und impellucide Masse darstellt, und dessen ausgefranzter Rand aus den feinen pelluciden Spitzen der bald gerade gezogenen, bald nach verschiedenen Richtungen verbogenen Wedelchen besteht. Die oben erwähnten spitzigen Keilchen, ebenfalls von brauner Farbe, sind so zusammengruppirt, dass sie mit ihren stumpfen Enden gewissermaassen um eine Längsaxe sitzen, mit welcher sie alle möglichen verschiedenen Winkel bilden. Oftmals erscheint eine lange schwarze Aehre von diesen winzigen mit ihrer stumpfen Basis einander zugekehrten Keilchen, welche an ihrem Ende einen dicken, am Rande fein ausgezackten Klumpen trägt, wie eine Blume, die an einem dornigen Stengel sitzt. Solche Aehren bilden, einander durchwachsend, Sterne wie die Wedelchen und finden sich auch oft zu einem im Centrum opaken borstigen Haufen versammelt. Wedelchen und Aehrchen sind sehr scharf gegen das umgebende Glas abgegrenzt, werden aber wie dieses zwischen gekreuzten Nicols total dunkel und scheinen eigenthümlich eisenreichere Glasgebilde zu sein, zu vergleichen den ähnlichen grünen, welche bei gewöhnlichen Hochofenschlacken in farblosem Glas liegen.“ Die äusserlich farnähnlich auslaufenden Aggregationen haben sich mitunter um farblose, lang nadelförmige Krystalle mit scharf sechsseitigem Querschnitt (eher Apatit als Nephelin)

herum angesetzt. Im Tachylytglas erscheinen auch vereinzelte braune Augite, Augitmikrolithen, Olivine und Plagioklasleistchen[1].

H. Möhl[2] verdanken wir fernere werthvolle Untersuchungen über die verschiedenen Tachylytvorkommnisse (insbesondere das von der Sababurg im Reinhardswalde, Hessen) sowie über deren Verhältniss zu den Basalten, begleitet von wohlgelungenen farbigen Abbildungen. Als Tachylyt I von der Sababurg bezeichnet Möhl tiefschwarze Knollen mit ausgezeichnet muscheligem Bruch und firnissartigem Glanz. Wegen der schwachen Pelluciditüt der Präparate ist die Mikrostructur nur da zu beobachten, wo die Tachylytmasse als dünnste Haut über grössere farblose trikline Feldspathe hinübergreift, oder eine eingelagerte grössere Dampfpore überdeckt. Hier gewahrt man, dass die Glasmasse licht sepiabraune Farbe besitzt; in diesem Grunde erscheinen noch lichtere, zu Gruppen in einander fliessende Höfe, deren jeder einen feinen schwarzen Mittelpunkt hat. Bei stärkster Vergrösserung erkennt man die dunkeln Mittelpunkte als meist kreisrunde, nur einigemal längliche und gebogene Dampfporen, ohne Ausnahme mit hellem Pünktchen und die die lichten Höfe von einander trennenden Partieen wie durchsät mit dicht gedrängten Pünktchen, welche Möhl als Magneteisen betrachtet. Dieser Tachylyt bildet eigentlich stets die Kernmasse der Knollen, umgeben vom Tachylyt II. Letzterer hat ein lichtgelbbraunes Glas zur Basis, worin dunkele kugelige und ellipsoidische Concretionen liegen, durchschnittlich 0.3 Mm. gross und mitunter zu Streifen an einander gruppirt. Die bei schwacher Vergrösserung am Rande sehr kurz und zart gefranzten Concretionen erweisen sich bei lockerer Zusammensetzung als ein Netzwerk von tief kaffeebraunen keilförmigen Fasern, welche selbst bei stärkster Vergrösserung als eine Aneinanderreihung kleiner Kreischen und Kränzchen mit einem dunkeln Pünktchen im Innern erscheinen. Solcher Kränzchen verlaufen meist zwei Reihen neben einander her, ohne Mittelrippe oder längs einer aus schwarzen Körnchen zusammengesetzten Linie. Durch die wirre Durchwachsung der Fasern wird das Innere eines

---

1) F. Z., Untersuchungen über die Basaltgesteine 1869. 182. Fischer's entgegenstehende befremdliche Angabe (Kritische mikr.-mineral. Studien, Freiburg 1869. 30), dass der Tachylyt von Bobenhausen eine fast farblose kräftig polarisirende Substanz sei mit eigenthümlichen reihenförmig angeordneten kleinen ovalen dunklen Körpern, welche gewissen Insecteneiern ähneln — ist durch Rosenbusch's Mittheilung (Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 142) dahin aufgeklärt worden, dass Fischer Olivin mit reihenförmigen Flüssigkeitseinschlüssen untersucht hatte; vgl. auch Verh. d. geol. Reichsanstalt 1872. 45. — Eine treffliche Beschreibung dieses Tachylyts gab zuletzt Vogelsang (Archives néerland. 1872. VII. 45), welcher auch aus den Körnchen aufgebaute regelmässig sechsstrahlige Sterne beobachtete.

2) Die Gesteine der Sababurg in Hessen nebst Vergleichung mit ähnlichen Gesteinen. Cassel 1871.

Haufwerks fast ganz opak, während die Kränzchen nach aussen immer kleiner ausfallen und so jeder Faser eine entfernte Aehnlichkeit mit einem einfach gefiederten Farnwedel geben. Möhl ist geneigt, diese elementaren Gebilde für Magneteisen und Dampfporen zu halten, doch ist es vielleicht wahrscheinlicher, sie für verwandt mit denjenigen im Tachylyt von Bobenhausen zu erachten; letztere betrachtet er übrigens auch als Magneteisen, wogegen sich Vogelsang mit Recht schon aus dem Grunde erklärt, weil sie durchscheinend sind. Die so beschaffenen rundlichen und eiförmigen Ausscheidungen im Sababurger Tachylyt-Glas, welche hier nicht von einem lichtern Hof umgeben werden, enthalten sämmtlich im Innern eine Leiste von triklinem Feldspath oder eine schwarze Mittellinie, welche gleichsam als Axen der Concretionen anzusehen sind. An der Sababurg kommen auch förmliche Uebergangsglieder zwischen Tachylyt und Basalt vor. Ausser diesem und dem Tachylyt von Bobenhausen hat Möhl noch andere untersucht, bezüglich deren Detail auf die Abhandlung verwiesen werden muss.

Durchaus abweichend ist die Beschreibung, welche Rosenbusch von diesem Vorkommniss der Sababurg macht[1]. Demzufolge ist die Substanz überhaupt kein ächter Tachylyt, weil selbst warme Salzsäure und Schwefelsäure dieselbe auch nicht im mindesten angreifen; abgesehen davon sei sie ausserdem ein absolut homogenes Glas ohne irgendwie erwähnenswerthe krystallinische oder concretionäre Ausscheidungen (abgerechnet höchst spärliche fragliche Apatitsäulchen). Es hält schwer, die Angaben beider zu vereinigen; Möhl hat allerdings die Stücke an Ort und Stelle gesammelt, Rosenbusch nur — vielleicht verwechselte — Handstücke aus Sammlungen untersucht. Der letztere Forscher hat sich auch mit dem Studium mehrerer anderer Tachylyte beschäftigt.

T. von Gethürms bei Angerod im nördl. Vogelsgebirge mit Augit- und Nephelinkrystallen, Ausscheidungen im Glas ähnlich denen von Bobenhausen (Möhl).

T. von Alsfeld, durchaus übereinstimmend mit demjenigen von Bobenhausen, gelatinirt auch vollständig (Rosenbusch).

T. vom Säsebühl bei Dransfeld mit Augit, Nephelin, Apatit, Magneteisen; die Entglasungsproducte sind radialstrahlig, garbenförmig und federfahnenartig zusammengehäufte, dunkle prismatische, strich- und stachelähnliche Mikrolithen; die Garben liegen theils einzeln, theils vereinigt zu Sternen und zu borstigen Bündeln, die an den Enden wie aufgeblättert aussehen. Die Mikrolithen und Zusammenhäufungen derselben finden sich im

---

[1]) Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 142. Den Tachylyt von der Sababurg hat auch H. Fischer untersucht, aber in der amorphen Masse nur »winzige dunkle Fleckchen« beobachtet (a. a. O. 39).

Tachylyt in Zonen geordnet, welche durch Bänder reiner Tachylytsubstanz von einander getrennt werden; innerhalb der Zonen selbst sind aber die Längsaxen der einzelnen Mikrolithen nicht parallel gruppirt, sondern liegen wirr durcheinander (Möhl und Rosenbusch, auch Sandberger[1]).

T. von Ostheim, Büdesheim und Rüdighain bei Windecken in der Wetterau, wie auch Fischer für den erstern angibt, ein reines bouteillengelbrothes Glas ohne Krystalle und irgend nennenswerthe Spuren anderer Ausscheidungen, die homogensten Vorkommnisse (Möhl). Rosenbusch, in dem mikroskopischen Befund übereinstimmend, führt jedoch an, dass der Tachylyt von Ostheim (darin seinem der Sababurg gleich) durch Salzsäure nur etwas Eisen verliert, sonst aber gänzlich unverändert bleibt und nicht gelatinirt. Bemerkenswerth ist übrigens, dass das Vorkommniss von Ostheim nach der Berechnung der Gmelin'schen Analysen von Rosenbusch den Sauerstoffquotienten 0.493, der typische Tachylyt von Bobenhausen dagegen den sehr verschiedenen 0.638 besitzt.

T. vom Schiffenberg, s. ö. von Giessen, worin honiggelbes Tachylytglas kaum mehr die Hälfte ausmacht, und die Ausscheidung prächtig krystallisirter Substanzen (Plagioklas, Magneteisen, Nephelin) schon weit gediehen ist, andererseits aber Gebilde wie die von Bobenhausen und der Sababurg vermisst werden (Möhl).

T. von Böddiger, s. s. w. von Kassel, ähnlich mit Olivin- und Augitkrystallen, Feldspath fehlt. Auch die T. vom Hopfenberg bei Schwarzenfels und aus dem Tufffelsen in der Stadt Kirchhain sind hierher gehörige Mittelglieder zwischen Tachylyt und Basalt (Möhl), an welche sich dann, in der Richtung nach dem krystallinischen Endgliede zu die auf S. 429 mit IIIa bezeichneten reichlich Glas enthaltenden Basalte anschliessen.

Durchaus bezüglich der mikroskopischen Entglasungsgebilde mit dem von Bobenhausen identisch, nur daneben noch mit ausgezeichneter perlitischer Zwiebelstructur versehen ist der Tachylyt (sog. Perlit) von Marostica (Monte Glosso) bei Bassano im Vicentinischen, welcher mit Säuren sehr rasch gelatinirt und ausser jenen Devitrificationsproducten noch Augite und Apatite führt. Dieses interessante Vorkommniss[2]) verhält sich zu den andern Tachylyten wie der Perlit zum Obsidian, es ist in der That ein basaltischer Perlit.

Der von Petersen benannte und analysirte Hydrotachylyt aus dem Basalte vom Rossberg bei Rossdorf unfern Darmstadt ist nach Rosenbusch eine homogene, im Schliff gelbe bis gelbbraune, stellenweise farblose Masse

[1]) Neues Jahrb. f. Mineral. 1871. 622, wo auch von einer Fluctuationsstructur die Rede ist.

[2]) F. Z., Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1867. 776. Rosenbusch, ganz damit übereinstimmend, Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 141.

ohne eine Spur krystallinischer Ausscheidungen; nur nach der Gesteinsgrenze zu finden sich Entglasungsgebilde und hier erscheint auch Aggregatpolarisation. Wenn auch dem Hydrotachylyt eine mit der der Tachylyte analoge Entstehungsweise zuzuschreiben ist, so darf er doch wegen der abweichenden chemischen Zusammensetzung nicht als das directe glasige Erstarrungsproduct der Basaltmasse erachtet werden [1]).

Glasbasalt.

Anhangsweise müssen die eigenthümlichen von Bořický beschriebenen Basalte vom linken Elbufer des böhmischen Mittelgebirges erwähnt werden, welche sich von allen übrigen dadurch unterscheiden, dass sie gar keinen Feldspath oder feldspathartigen Gemengtheil führen, sondern aus mehr oder weniger vorwaltender Glasmasse und lockern Anhäufungen von Augitkrystallen bestehen; ausserdem sind sie reich an makroskopischen Olivinen und Hornblendekörnern. Das Glas ist an wenigen der dünnsten Stellen und in schmalen Zonen um grössere Augitkrystalle herum fast völlig farblos oder schwach gelblich oder bräunlich, an den meisten und von den Augitkrystallen entferntesten Stellen, nämlich in der Mitte der Glaspartieen am trübsten, hierdurch am dunkelsten (bräunlich) gefärbt. Diese dunkle Färbung und Trübung rührt von eingestreuten, äusserst zarten bräunlichschwarzen Gebilden her. Die dunkeln staubähnlichen Pünktchen und kurzen trichitischen Nädelchen derselben sind theils unregelmässig, theils in mehr oder weniger lockern, nahezu parallelen Reihen oder Kreisen, die keilförmigen Trichitnadeln zumeist in Büscheln, in federartigen oder tannenbaumähnlichen oder in flockengleichen Formen aggregirt, während die stärkern geraden Gebilde dieser Art sehr oft als deutliche Skelettformen von Augitkrystallen auftreten. Es scheint, dass die bräunliche Glasmasse durch Umwandlung eine citronen- oder fast orangegelbe Farbe annimmt, indem die eingeschlossenen Trichite verschwinden. Bei weiter fortschreitender Umwandlung entwickeln sich aus der Glasmasse Sphärolithe, welche aus vielen concentrischen, abwechselnd trüben, graulichgelben, welligfaserigen und fast farblosen Ringen bestehen. Hierher gehören die Basalte vom Kaninchenberg bei Mireschovic, vom Sauberg bei Svindschitz, vom Zinkenstein bei Kosel, von Kamyk bei Všechlab, Säulenbasalte vom Rücken der Paskapole, vom Kohlberg bei Mileschau, von Skalka [2]).

Diese so beschaffenen Basalte scheinen übrigens den Tachylyten nahe zu stehen, womit der hohe Wassergehalt der Analyse (6.5 pCt.) übereinstim-

---

[1]) Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 614.

[2]) Sitzungsber. d. k. böhm. Gesellsch. d. W. 12. Januar 1872. In einer fernern Mittheilung vom 29. Nov. 1872 nennt Bořiký diese Vorkommnisse Magmabasalte.

men würde. Ueber die Löslichkeitsverhältnisse der Glasmasse fehlen leider die Mittheilungen.

Limburgit.

Das Gestein von der Ruine Limburg bei Sasbach am Kaiserstuhl wurde von Rosenbusch sehr ausführlich untersucht und in einer Weise zusammengesetzt befunden, welche bis jetzt noch nicht bekannt war[1]). Das frische Gestein ist, abgesehen von Hohlräumen mit weisser Ueberkrustung von Carbonaten und Zeolithen, eine tief rothbraune bis sammtschwarze structurlose Masse, welche in feinsten Splittern blutroth bis hyacinthroth durchscheint und pechsteinartig glänzt; darin liegen schwarze, meist durch Vorwalten von ∞ P ∞ tafelförmige Augite, welche beim Herausspringen sehr scharfe Abdrücke hinterlassen, und krystallisirte Hyalosiderite (eisenreiche Varietät des Olivins), metallisch glänzend und von gelbgrüner und goldgelber Farbe. Dazu einiges Magneteisen, aber von Feldspath oder einem feldspathartigen Mineral, von Nephelin oder Leucit keine Spur. Rosenbusch schlägt für diese Combination den Namen Limburgit vor und bemerkt, dass ein solches Gestein auch an dem benachbarten Lützelberg, sehr ähnliche am Vormberge bei Ihringen (Kaiserstuhl, ebenfalls mit Hyalosiderit) und am Ringgit auf Java (mit Olivin) vorkommen. Die Hauptmasse des Gesteins ist ein ausgezeichnetes Glas, welches in der That den Untergrund des mikroskopischen Bildes abgibt, nicht etwa blos eingeklemmt auftritt; die recht gleichmässige Farbe erscheint in sehr dünnen Schichten orangegelb, sonst tief roth bis schwarz und undurchsichtig. Seltsamerweise treten darin keinerlei der sonst gewöhnlichen Entglasungsproducte, nicht einmal in Spuren oder Rudimenten auf, auch fehlen Poren und Bläschen gänzlich, und Anzeichen einer Fluctuationstextur sind ebenfalls nirgends vorhanden. Trotzdem der chemischen Bauschanalyse zufolge dieses Gesteinsglas sehr basisch sein muss (Rosenbusch schreibt ihm höchstens 43 pCt. Kieselsäure zu), verhält es sich im Gegensatz zu andern ähnlichen hyalinen Substanzen gegen Säuren sehr widerstandsfähig. Nach allen Richtungen ist es von gewundenen Capillargängen durchzogen, die meistens in Beziehung zu den Mandelräumen stehen, für welche sie die mikroskopischen Infiltrationscanäle abgaben. Das homogene Glas wird seinerseits allmählig von einer Um-

1) Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 35. Das äussere Ansehen des Gesteins erinnert allerdings wohl mehr an cämentirten und alterirten peperinähnlichen Tuff als an ein directes Erstarrungsgebilde. Die wohlauskrystallisirte Form der Augite ist in den Tuffen (z. B. den böhmischen von Wolfsberg, Luschitz, Kostenblatt, Luckow) ebenso häufig, wie bei den basaltischen Massengesteinen selten; die leichte Herauslöslichkeit der Krystalle aus dem Gestein und die Hinterlassung scharfer Abdrücke macht nicht minder eine charakteristische Eigenschaft allein der Tuffe aus.

wandlung erfasst, die mit einer vollständigen Entfärbung und darauf folgenden Zeolithisirung desselben endet. Die scharfen Augitkrystalle, welche im Glas liegen, sind im Schnitt dunkel kaffeebraun, seltener gelbgrünlich, bisweilen zonenförmig gebaut; verbreitet ist daran die Zwillingsbildung nach dem Orthopinakoid, die sich durch öftere Wiederholung wohl auch zu einem wahrhaften polysynthetischen Wachsthum steigert und durch den Farbenwechsel im polarisirten Licht lebhaft an trikline Feldspathe erinnert. Ausser Magneteisenkörnern und Fetzen von Glas führt der Augit keine fremden Körper. Der allezeit scharf und regelmässig krystallisirte Hyalosiderit (vgl. S. 217) ist gleichwohl von der umgebenden Gesteinsmasse in durchgreifendster Art verzerrt, verdrückt oder zerrissen worden; häufig sind tiefe Einbuchtungen des umgebenden, dann magneteisenreichen Glases in die Krystalle. Die grünen Mikrolithen, welche in der amorphen Grundmasse des Gesteins liegen, gehören dem Augit an; an den Enden strahlen sie zackig in Nadeln aus, welche entweder parallel stehen und in der Längsrichtung des Mikrolithen verlaufen oder reihenförmig schräg divergiren wie die einen Bart am Magneten bildenden Eisenfeilspäne. Solche Bärte von Mikrolithenstacheln sitzen auch an wohlkrystallisirten (P) Enden, aber nur sehr selten auf den vertikalen Kanten der Augite. Andere Augitmikrolithen sind nach Art eines in der Mitte eingeschnürten Ruthenbündels vergesellschaftet oder laufen von einem Punkte strahlenförmig auseinander. Mikrolithen von Hyalosiderit finden sich hier ebensowenig, wie solche von Olivin in andern Gesteinen bekannt sind; Apatit dürfte noch zugegen sein. Ueber die mikroskopischen Verhältnisse der Mandeln in diesem Gestein theilt Rosenbusch manche werthvolle Beobachtungen mit, für deren Detail auf die Abhandlung selbst verwiesen werden muss.

Gabbro.

Zu den bekannten Gemengtheilen der eigentlichen Gabbros [1], Plagioklas und Diallag, hat sich in neuerer Zeit, hauptsächlich durch mikroskopische Untersuchung aufgefunden, für die meisten Vorkommnisse der Olivin gesellt. Die Plagioklase und Olivine der Gabbros weisen gewöhnlich Eigenthümlichkeiten der Mikrostructur auf, wie sie sich bei diesen Mineralien inmitten anderer Gesteine nur selten wiederholen. Vgl. darüber S. 135 u. 214.

Der schwarze Gabbro von Buchau oder Volpersdorf (früher Hypersthenit) besteht aus graulichschwarzem Labradorit, braunem Diallag und schwarzem Olivin. Der Plagioklas enthält hier die schwarzen nadelförmigen Kry-

1) Die ersten mikroskopischen Forschungen über Zusammensetzung und Gemengtheile hat G. Rose angestellt, Zeitschr. d. d. geol. Ges. XIX. 1867. 278. (schlesische G.). Eine vortreffliche Arbeit „Mikroskopische Untersuchungen über Gabbro und verwandte Gesteine. Kiel 1871" hat R. Hagge geliefert.

stalle eingewachsen, über die Mikrostructur des Diallags vgl. S. 181. Der wegen seiner dunkeln Farbe früher übersehene Olivin bildet feinkörnige unregelmässig begrenzte Partieen von der Grösse einiger Linien bis zu einem Zoll, ist auf mikroskopischen Spältchen serpentinisirt und reich an Magneteisenkörnern, welche durch Salzsäure gelöst werden. Sehr nahe übereinstimmend zusammengesetzt erweisen sich u. d. M. der ebenfalls olivinführende Gabbro von La Prese im Veltlin und ein ausgezeichneter Gabbro von Valeberg bei Krageröe in Norwegen. Ueber die Mikrostructur des im Handstück sogar schwarzen, im Dünnschliff röthlichbraunen Plagioklases in dem letztern vgl. S. 136. Dies Gestein führt nach Hagge auch nicht selten ziemlich lange und dicke, wohl aus kurzen Stücken zusammengesetzte Apatitnadeln, welche aber hier, wie ebenfalls in dem Gabbro von Harzburg, nicht die scharf sechsseitige Durchschnittsform besitzen, durch die sie sich in den jüngern Eruptivgesteinen auszeichnen. Der Olivin in dem norwegischen Gabbro ist — ein seltener Fall — mit deutlichen Krystallumrissen ausgestattet; das schwarze Erz in dem von La Prese häuft sich oft zu moosähnlichen Klümpchen zusammen.

In dem grünen Gabbro von Ebersdorf (Schlesien) befindet sich der an den mikroskopischen schwarzen Nadeln ungemein reiche Plagioklas meist in einem ziemlich weit vorgeschrittenen Zustand der Zersetzung. Viele hellgrüne Adern durchziehen ihn, deren Kern meistens eine farblose Masse bildet, und deren Ränder mit grünen Körnern, kurzen breiten faserigen Krystallen, auch mit Büscheln divergirender kleiner und dünner Borsten besetzt sind. Diese Gebilde bestehen wahrscheinlich aus Hornblende, vielleicht auch aus Serpentin, und zu ihrer Bildung wird namentlich der Diallag, der auch einer theilweisen Veränderung unterliegt, die Magnesia hergegeben haben. Undeutliche fast undurchsichtige Anhäufungen von weissen Körnern sind ausserdem vielfach durch die Feldspathindividuen vertheilt, durch deren oft rasches Ueberhandnehmen diese zu einer porcellanweissen undurchsichtigen saussuritartigen Masse werden. Der Uebergang ist indessen ein allmähliger, die Grenze zwischen Feldspath und Saussurit nicht scharf, und die schwarzen Nadeln sind noch in ziemlich weit umgewandeltem Feldspath deutlich zu erkennen (Hagge a. a. O. 33; die von G. Rose a. a. O. 292 gegebene Beschreibung der mikroskopischen Umwandlung des Plagioklas stimmt damit der Hauptsache nach überein). Der Diallag wird von einem lichten Hornblenderand umsäumt, auf welchen sich zuweilen auch noch seine Faserung ausdehnt. Olivin fehlt diesem Gabbro. In demjenigen vom Lierberg (Schlesien) sind manche Feldspathe sehr zersetzt, theilweise von einem Adernetz durchzogen, welches von kleinen farblosen Körnern gebildet wird, den Feldspath trübe macht und die Zwillingsstreifung immer mehr zurückdrängt. Theilweise erfolgt diese Umwandlung auch von innen heraus; bei derselben sind die einzelnen Feldspathpartieen ge-

spalten, verdrückt, die Zwillingsstreifung ist manchmal hin und her gebogen, tritt dann mehr und mehr zurück, und der Feldspath macht einem graulichweissen durchsichtigen, doppeltbrechenden (mit dem Messer ritzbaren) Mineral Platz.

Der Feldspath des Gabbros von Harzburg ergibt sich, wenn auch manche Individuen noch frisch und klar sind, doch u. d. M. meistens erfüllt mit der weisslichen körnigen Masse, welche eine beginnende Umwandlung anzeigt, oder selbst schon grösstentheils übergegangen in ein Aggregat von Körnern und kurzen spiessigen Krystallen; die oftmals recht schöne Zwillingsstreifung verschwindet in den zersetzten Partieen. Unzersetzt ist der Plagioklas reich an den schwarzen, hier vielfach gebogenen Nädelchen und an kleinen braunen Täfelchen von meist rundlicher, aber auch sechseckiger, rhombischer oder rhomboidischer Umgrenzung, manchmal nur zur Hälfte scharfeckig, zur andern lappig (zwischen 0.003 und 0.01 Mm., doch auch bis zu 0.1 Mm. messend, sehr ähnlich denen im Labradorit von der Paulsinsel und Orthoklas von Frederiksvärn). Ausserdem liegen im Feldspath noch sehr zahlreiche, aber höchst winzige farblose Täfelchen von rechteckiger Form und lichtgrüne Körner und Nädelchen, an welche gewöhnlich ein schwarzes Korn oder eine braune Lamelle geheftet ist (vielleicht Hornblende). Quarz und Augit, deren schon Streng in diesem Gabbro gedenkt, lassen sich u. d. M. vorzüglich erkennen.

Sehr ausgezeichnete olivinführende Gabbros wurden auf der schottischen Hebrideninsel Mull aufgefunden, wo dieselben in engster geologischer Beziehung zu den nachweisbar tertiären Basalten stehen. Es sind mittelkörnige Gemenge von grünlich- oder graulichweissem deutlich gestreiftem Feldspath, dunkelgrünlichbraunem, oft etwas faserigem Diallag mit breiten Spaltungsflächen, und schmutzig schwärzlichgrünen Olivinkörnchen, die besser im Dünnschliff als im Handstück hervortreten. Der Plagioklas waltet vor, und der Diallag tritt gegen den Olivin meistentheils beträchtlich zurück; die durchschnittliche Zusammensetzung scheint 3 Theile Plagioklas, 2 Olivin und 1 Diallag zu sein. Von den reichlichen Flüssigkeitseinschlüssen im Plagioklas war schon S. 135, von der eigenthümlichen Mikrostructur der Olivine S. 214 die Rede. Zu den Olivingabbros mit Diallag gehören auch die sog. Hypersthenite von den Cuchullin Mountains (Blaven, Trodhu) auf der Insel Skye, den vorigen, auch in der Mikrostructur ihrer Gemengtheile höchst ähnlich, im Allgemeinen etwas diallagreicher und olivinärmer[1]).

Die Mikrostructur sämmtlicher ächten Gabbros, sie mögen Plagioklas- oder Saussurit führen, sehr grobkörnig oder höchst feinkörnig sein, ist im Gegensatz zu vielen sog. Grünsteinen, den meisten Melaphyren und Porphyriten dadurch in überaus charakteristischer Weise ausgezeichnet, dass

[1]) F. Z., Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XXIII. 1871. 58. 92.

sie keine Spur einer nicht individualisirten amorphen Masse zwischen den krystallinischen Gemengtheilen aufweisen. Seltsamerweise fällt das Vorkommen dieses in so vorzüglicher Ausbildung seltenen granitischen Structurverhältnisses innerhalb der Plagioklasgesteine mit dem Auftreten des Diallags zusammen.

Nur mit Unrecht werden zu den Gabbros oder Hyperstheniten gerechnet die Gesteine von Ehrenbreitstein, von den Hühnbergen im Thüringer Wald, von Stansland auf Spitzbergen; alle führen Augit, keinen Diallag und besitzen in Uebereinstimmung damit auch amorphe Masse zwischengeklemmt in sich.

Palatinit. Mit dem Namen Palatinit hat bekanntlich Laspeyres ein Gestein von Norheim in der Pfalz bezeichnet und es wegen seines dyassischen Alters von den Gabbros, denen man es bisher zugesellte, abgesondert. Streng dehnte später diesen Namen auf eine Anzahl früher theilweise zu den Melaphyren gestellter Gesteine des Saar-Nahe-Gebietes aus, welche sich wie das von Norheim nebenbei auch durch ihre makroskopische Structur von den ächten Gabbros unterscheiden sollen. Streng hat damit eine mikroskopische Untersuchung verbunden [1]).

Diese sog. Palatinite führen nach ihm als individualisirte Gemengtheile Plagioklas, Diallag, Titan- und Magneteisen nebst Apatit. Untersucht wurden die Gesteine von Ilgersheim zwischen Oberstein und Wolfstein, vom Schaumberg bei Tholey, von Martinstein a. d. Nahe, vom Tunnel oberhalb Kirn, vom Remigiusberg bei Cusel und vom dritten Tunnel oberhalb Oberstein. Der trikline Feldspath ist häufig recht pellucid, hin und wieder schaalig aufgebaut und enthält vielfach eiförmige Glaseinschlüsse; verbreitet sind darin unregelmässig geformte, an den Rändern ausgefranzte Läppchen, verschieden gefärbt, vielleicht z. Th. dem augitischen Mineral angehörend. Zu den Eigenthümlichkeiten dieser Palatinite gehört die Beschaffenheit des augitischen Gemengtheils. Makroskopisch ist daran nach Laspeyres und Streng nur eine stark hervortretende Spaltungsfläche parallel $\infty P \infty$ erkennbar, allein die Oberflächenausbildung erinnert wenig an Diallag und hat nur geringe Aehnlichkeit mit derjenigen in den Gabbros. U. d. M. erscheint dies Mineral nur selten völlig compact und gleichartig, sondern erweist sich meist als ein lappig ineinandergefugtes Gemenge eines hellern und eines weniger hell gefärbten Gemengtheils, wodurch eine faserige Textur hervorgebracht wird; die erstere Substanz ist wohl häufig Feldspath, die letztere der eigentliche sog. Diallag. Wenn Streng vermuthet, dass es vielleicht gerade diese eigenthümliche Verwachsung sei, wodurch der Augit in den Palatiniten als Diallag erscheint, und hinzufügt, dass sich aber daneben auch Gesteine finden, deren Diallag völlig homogen und nicht faserig aus-

1) Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 371.

sieht, so dürfte letzterer doch wohl eher ächter Augit sein, auch aus dem Grunde, weil der Mangel einer Faserung bei dem Diallag ganz ungemein selten ist. Dieser augitische, manchmal intensiv dichroitische Gemengtheil findet sich weniger selbständig begrenzt als der Feldspath, hin und wieder schaalig zusammengesetzt, was ebenfalls eine bei dem Augit häufige, beim Diallag ganz ungewöhnliche Structur ist; bisweilen tritt Zwillingsbildung auf. Im Gestein vom Remigiusberge bei Cusel kommt ein farbloses Mineral vor, welches Streng mit Recht für Quarz hält, in demjenigen zwischen Kirn und dem Tunnel beobachtete er durchscheinende, grünbraune oder gelbbraune Partieen, Blättchen und Körner, durchzogen von dunklem Netzwerk und mit hellen Punkten als Kernen, welches er für Olivin erachtet, womit indessen weder die Beschreibung noch die Angabe, dass dieser Gemengtheil im Feldspath verbreitet sei, recht stimmen will. Ausserdem mitunter noch Eisenglanz und Glimmer. Was die Mikrostructur betrifft, so enthalten die Gesteine vom Schaumberg bei Tholey und vom Tunnel oberhalb Kirn hyaline, z. Th. gekörnelt-glasige Substanz zwischengedrängt, während bei andern die grössern Krystalle in einem sehr feinkörnig-krystallinischen Grundgemenge liegen. Auch dies Vorkommen von Diallag in einem an Glasmasse reichen Gestein ist wenigstens sehr ungewöhnlich.

Bis jetzt scheint es, dass die Diallag-Natur des augitischen Gemengtheils im sog. Palatinit noch nicht hinreichend festgestellt ist, ja dass die vorliegenden Untersuchungen eher für Augit selbst sprechen. Hagge ist a. a. O. S. 57 für den Norheimer Palatinit zu demselben Resultat gelangt. Wie dem aber auch sei, die von Laspeyres vollzogene Trennung der Palatinite von den Gabbros ist jedenfalls, wenn auch nicht wegen der Alters-Differenz, dann doch auf Grund der Structurverhältnisse völlig gerechtfertigt; denn die ächten Gabbros enthalten niemals amorphe Masse in sich, sind immer völlig krystallinisch-körnig zusammengesetzt, während in dem Norheimer Palatinit ziemlich reichliche nicht individualisirte Substanz steckt. Das Vorhandensein der letztern, welche nach ihrer chemischen Beschaffenheit durchaus unbekannt ist, dürfte aber auch jene Interpretations-Versuche der Bauschanalyse illusorisch machen, wie sie von Laspeyres [1]) und im Gegensatz dazu von Kenngott [2]) angestellt worden sind.

Als Diallag-Andesit bezeichnet v. Drasche ein dunkelbraunes, der Tertiärformation angehöriges Gestein von den höchsten Punkten des Smrkouz-Gebirges in Steiermark; es enthält ausser dem Plagioklas ein blassgrünes Mineral mit schiefer Orientirung der Hauptschnitte gegen die Begrenzungslinie und sehr deutlichen Spaltungsdurchgängen, welches er für Diallag erachtet. [3])

[1]) Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1867. XIX. 854.
[2]) Ebendas. 1870. XXII. 747.
[3]) Mineral. Mittheilungen, ges. v. Tschermak. 1873. I. 3.

Hypersthenit.

Nach Des-Cloizeaux sind vorwaltend aus Plagioklas und ächtem Hypersthen bestehende Gesteine selten; er rechnet dazu das bekannte Vorkommen von der Paulsinsel an der Küste Labrador, das von Igalliko in Grönland, das von Farsund in Norwegen und ein finnländisches. Davon ist blos das erstere mikroskopisch untersucht worden, von dessen Gemengtheilen S. 136 und 184 die Rede war. In andern sog. Hyperstheniten ist das braune Mineral Diallag (vgl. S. 441 ff.). — In einem tertiären Eruptivgestein von St. Egidi in Süd-Steiermark, welches in einer schwarzgrauen halbglasigen Grundmasse Krystalle von Plagioklas (untergeordnet Sanidin) enthält, wies J. Niedzwiecki[1]) auch Hypersthen nach als grünliche langgezogene und parallel durchspaltete Schnitte, mit kaum merkbarem Dichroismus: in den Längsschnitten liegen die optischen Hauptschnitte so, dass einer der Längsaxe parallel geht, der andere senkrecht darauf steht. Man könnte darnach das Vorkommniss als Hypersthen-Andesit bezeichnen.

Forellenstein.

Der Forellenstein ist eine Combination von Plagioklas (wohl meist Anorthit) und grösstentheils zu Serpentin verändertem Olivin. Der Plagioklas und der Olivin sind hier mikroskopisch ähnlich beschaffen wie im Gabbro. Die Serpentinkörner in dem daran reichen Forellenstein von Volpersdorf in Schlesien werden nach R. Hagge[2]) von dem umgebenden Feldspath durch eine farblose oder lichtmeergrüne doppeltbrechende Zone getrennt, die sich von beiden recht scharf abhebt, aber wohl dem Serpentin zuzurechnen ist. Häufig zeigt der Serpentin auch stellenweise eine faserige Ausbildung: lange pinselartige Büschel äusserst feiner farbloser, etwas gebogener Fasern ragen unter verschiedenen Winkeln von der innern Grenze des lichten Randes aus in den dichten Serpentin hinein. Blassgrüne und bläuliche Adern ziehen sich oft aus dem Innern eines Serpentinkorns durch den lichten Saum desselben tief in den Feldspath, auch durch denselben oder durch Diallagpartieen weiter in ein anderes Serpentinkorn hinein: im polarisirten Licht erscheinen dieselben aus unmessbar feinen, zu der Längsrichtung der Ader senkrechten Chrysotilfäserchen zusammengesetzt.

Der frische Olivin des Forellensteins von Volpersdorf enthält schwarze lange und sehr schmale Täfelchen allemal in paralleler Anordnung, welche sich auch im Serpentin stets in derselben Lage unverändert wiederfinden.

---

1) Mineralog. Mittheil., ges. v. Tschermak, 1872. IV. 253. Was unter den „Hohlräumen mit Bläschen" verstanden sein soll, welche in dem Feldspath liegen, ist ganz unklar.

2) a. a. O. 18.



Oft geht eine Reihe solcher Blättchen aus einem Olivinkorn durch eine Serpentinader in ein zweites oder gar weiter drittes Olivinfeld hinein; wo sie den Olivin verlassen, sind sie wohl durch die Pressung, die bei der Zunahme des Volumens während der Serpentinisirung des Olivins stattfinden musste, etwas verbogen, kehren aber im nächsten Olivinkorn zu ihrer ursprünglichen Richtung wieder zurück. Im Serpentin erscheinen die Lamellen oft gebogen und zu dicht nebeneinander liegenden Fetzen auseinandergerissen. Auch hier liegen im Serpentin, und zwar blos in diesem metamorphischen Product, kleine Körner und Nadeln und unbestimmte dunkle Klumpen, die wohl als Magneteisen und Eisenoxydhydrat zu deuten sind; unter den ungemein wechselnden und in einander übergehenden Formen finden sich Dreiecke, Quadrate, Sechsecke, schwarze, lange und kurze, gerade und gekrümmte Nadeln, Punkte, Häufchen, Fetzen einer formlosen, meist scheinbar schwarzen, zuweilen jedoch dunkelbraun durchscheinenden oder bei auffallendem Licht hochrothen Masse. Die vorzüglichsten, modellscharfen Dreiecke, Quadrate und Sechsecke beobachtete Hagge in einem Harzburger Forellenstein, einem Schillerfels und einem Serpentin von Volpersdorf — hier auch deutliche Magneteisenzwillinge. In manchen Forellensteinen ist der Uebergang von Olivin in blassgrünen Serpentin ganz besonders gut zu verfolgen: ein millimetergrosses Korn besteht z. B. äusserlich ganz aus Serpentin, in welchem aber noch die Spuren der zuletzt aufgezehrten Olivinkerne zu finden sind, innen aus Olivin, der vorerst nur von einzelnen Serpentinadern durchschwärmt wird.

Der Feldspath der Forellensteine, vielfach von blassgrünen Serpentinadern durchzogen, befindet sich schon in einem sehr zersetzten Zustand. Fast stets zeigt sich der Feldspath an den Rändern der Serpentinkörner zerspalten, von der Serpentinpartie strahlt ein System radialer Risse aus; viele derselben sind kurz, andere erstrecken sich weit in den Feldspath hinein und verzweigen sich vielfach in demselben. Besonders wo zwei Serpentinkörner dicht beisammen liegen, ist der zwischenbefindliche Feldspath gänzlich zu einer fast undurchsichtigen weissen Masse zerfasert, die, wie man an günstigen Stellen sieht, aus spiessigen Krystallen und rundlichen Körnern besteht, und von welcher auch isolirte Partieen häufig mitten im frischen Feldspath liegen. Die meisten Forellensteine enthalten etwas Diallag als unwesentlichen Gemengtheil, theils in grössern Partieen von brauner Farbe mit den eingebetteten Täfelchen, theils als meist einschlussfreie schmale Säume um Serpentinkörner und als unregelmässig langgezogene im Feldspath liegende blassbräunliche Körner. Doch kommt hin und wieder der Diallag auch etwas reichlicher vor.

Nach Hagge (a. a. O. 24) ist auch der von Streng (N. Jahrb. f. Min. 1862. 513) beschriebene „Serpentinfels" von Harzburg u. d. M. ein zum Forellenstein gehörendes Anorthit-Serpentingestein; wo der Anorthit frisch



blieb, enthält er ziemlich zahlreiche, meist parallele kurze lichtgrüne Nadeln, er ist aber fast ganz zu einer weissen körnigen Masse geworden, in der viele kurze spiessige undeutliche Krystalle zu erkennen sind; dieser Forellenstein enthält noch etwas unversehrten Olivin; in dem daraus hervorgegangenen reichlichen Serpentin gewahrt man häufig spitze farblose Krystalle von rhombischem Querschnitt, grell gegen die dunkelgelbgrüne Serpentinmasse abstechend, wo einmal ein solcher Krystall in senkrechter Richtung das Präparat durchspiesst: ausserdem erscheinen etwas Enstatit und ganz seltene braune Glimmerblättchen. Im Feldspath und Serpentin liegen theils einzeln, theils zu kleinen Gruppen vereinigt, schwarze von 0.009 bis 0.2 Mm. grosse Körner, Quadrate mit abgestumpften Ecken darstellend, bisweilen mit tiefbrauner Farbe durchscheinend. Ihre reguläre Form und völlige Unlöslichkeit in Salzsäure deutet auf Picotit, womit die erprobte Gegenwart von Chrom im Einklang steht. — Als ein ächter Forellenstein erweist sich ferner noch u. d. M. ein sog. Gabbro von Uldkjen bei Drammen in Norwegen (Hagge a. a. O. 28).

Nephelingesteine.

Nephelindolerit und Nephelinbasalt.

Nephelindolerit ist bekanntlich die makromere, Nephelinbasalt nach S. 421 die kryptomere Ausbildungsweise derjenigen Gemengtheils-Combination, bei welcher das Hauptgewicht auf dem Vorwalten von Nephelin und Augit liegt. Ausserdem Olivin, Magneteisen, Leucit, Melilith, Nosean, Plagioklas, Sanidin, Apatit. Völlig übereinstimmende mikroskopische Zusammensetzung ist auch einer Anzahl von Laven eigen, gerade wie dies innerhalb der Gruppe des Dolerits und Feldspathbasalts der Fall. Bei den eigentlichen feldspathfreien Nephelinbasalten muss, da die übrigen Gemengtheile gelöst werden, das in Salzsäure Unlösliche die Zusammensetzung des Augits besitzen.

Nephelindolerit.

Gestein vom Löbauer Berg in der Oberlausitz. Die zahlreichen grössern Augite werden im Durchschnitt röthlichbraun, selbst manche mitunter bräunlichroth; die grossen Nepheline sind äusserlich oft in eine schwachgrünlichgelbe pellucide, parallelfaserige Masse umgewandelt. Apatitnadeln stecken durch Augite und Nepheline. Ein Theil der schwarzen Körner ist wohl Picotit, Olivin scheint nicht vorhanden zu sein; Feldspath und Nosean wurden nicht beobachtet — daher sich das Gestein darin möglichst den Nephelinbasalten nähert. Das Gemenge besteht bald, ziemlich gleichmässigkörnig, aus Nephelin und Augit, bald findet sich eine gestaltlose graulichgrüne Masse zwischen diesen Gemengtheilen vertheilt, welche sich bei starker Vergrösserung in ein ausgezeichnete Mikrofluctuationstextur aufweisendes



Aggregat von eisblumenähnlich und fächerartig auseinanderlaufenden grünen (Augit-) und farblosen (Nephelin-) Mikrolithen auflöst, zwischen denen wohl noch etwas Glassubstanz steckt; diese mit Apatit durchwachsene und von Magneteisen durchsprenkelte Masse verwittert gerade so zu einer bräunlichgelben Substanz wie die entglaste Zwischenmasse der Feldspath-Anamesite.

Gestein vom Katzenbuckel bei Eberbach im Odenwald[1]. Dies altberühmte Vorkommniss scheint, sowohl was Structur als was Eintreten und Verschwinden gewisser Gemengtheile betrifft, sehr grosser Abwechslung fähig. Die Augite werden im Durchschnitt grün, die Nepheline mit eingelagerten concentrischen Zonen dunkler staubähnlicher Materie sind meist noch ziemlich frisch, hier und da etwas feinfaserig umgewandelt, wie die mikroskopischen von Augitmikrolithen spärlich durchwachsen und von Dampfporen-Streifen durchzogen. Stecknadelkopfgrosse Quadrate, Rechtecke und Sechsecke von meist trüber Beschaffenheit, lichtgelblichgrauer oder blassblauer Farbe und wie blind aussehend, gehören dem Nosean an, welcher zum Theil schon doppelt bricht; sie führen meist einen dunkeln Centralfleck, mehrere dunklere Zonen, oder sind unregelmässig mit dunkeln Flecken getüpfelt und dabei mit den charakteristischen Strichnetzen, hin und wieder auch mit farblosem Rand ausgestattet. Sanidin in leistenförmigen Durchschnitten meist als einfache Individuen, selten als Karlsbader Zwillinge, fehlt auch mitunter. Apatit nicht spärlich vorhanden, ferner Magnesiaglimmer, vielleicht auch umgewandelter Olivin. Sandberger erwähnt auch Pleonastoktaëder und beobachtete einmal zwei achteckige farblose Durchschnitte, welche Leucit sein könnten. Das Gefüge ist bald förmlich granitartig ohne eine nicht individualisirte Substanz, bald aber liegen grössere Nepheline und Noseane in einer als solche gestaltlosen Grundmasse, welche eine ganz ähnliche Mikrostructur besitzt wie die vom Löbauer Berg.

Nephelinbasalt.

Die hierher gehörigen kryptomeren Gesteine wurden vor der mikroskopischen Untersuchung mit den im Aeussern nicht unterscheidbaren Feldspathbasalten vereinigt. Die typischen davon sind hauptsächlich zusammengesetzt aus Nephelin, Augit, Olivin und Magneteisen; in andern Vorkommnissen mengt sich auch etwas Plagioklas oder Leucit ein (höchst selten beide neben einander), aber ohne dass der Charakter eines Nephelingesteins schon verloren geht. Leucit, überhaupt häufiger als der Feldspath, mag indessen an andern Punkten wohl so reichlich neben dem Nephelin

[1] Ueber die mikroskopischen Verhältnisse desselben vgl.: Sandberger, Neues Jahrb. f. Mineral. 1869. 337. — Rosenbusch, der Nephelinit vom Katzenbuckel. Inaugural-Dissertation. Freiburg i. Br. 1869. — F. Z., Untersuchungen über d. Basaltgesteine S. 174.

vorhanden sein, dass das Gestein zwischen dem Leucitbasalt und Nephelinbasalt in der Mitte steht. Hier und da Magnesiaglimmer, Nosean und Melilith, letzterer besonders reichlich in den zugehörigen Laven. Soweit bis jetzt bekannt, scheinen die Nephelinbasalte weiter verbreitet zu sein als die eigentlichen Leucitbasalte, spärlicher jedoch als die Feldspathbasalte. Der Nephelin bildet die farblosen, wohl gekennzeichneten kurzen Rechtecke und Sechsecke, welche hier gewöhnlich ungemein feine blassgrüne Augitmikrolithen ziemlich regelmässig eingewachsen enthalten (vgl. S. 144). Hin und wieder erscheint der Nephelin aber auch als nicht selbständig krystallisirte, sondern durch die nachbarlichen Gemengtheile ganz willkührlich und unregelmässig begrenzte continuirliche Masse, welche oft, wie das polarisirte Licht lehrt, in mehrere verschieden gelagerte Individuen zerfällt[1]. Augit und Olivin sind in ihren mikroskopischen Beziehungen denjenigen in den Feldspathbasalten gleich: der letztere ist in manchen der hierher gehörigen Gesteine besonders reichlich und gut krystallisirt vorhanden und weist dabei mancherlei Fractur-Erscheinungen auf. — Die Grundmasse der Nephelinbasalte besitzt vorzugsweise körnige Mikrostructur (entsprechend der Gruppe I auf S. 428), wobei die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass auch hier ein Hauch farblosen, als solches nicht erkennbaren Glases zwischen den krystallinischen Körnern steckt. Jene bei den Feldspathbasalten vorkommenden so abwechslungsvollen Ausbildungsweisen, dass reichliche Glasmasse oder halbglasige oder entglaste amorphe Zwischenmasse zugegen ist, fanden sich hier nur in vereinzelten Fällen schwach angedeutet und treten augenfällig ganz in den Hintergrund.

Die bis jetzt genauer bekannt gewordenen Nephelinbasalte sind:

B. von der Pflasterkaute im Thüringer Wald, frei von Plagioklas und von Leucit; Nephelinhexagone, selten von Augitmikrolithen durchwachsen, bis zu 0.04 Mm. im Durchmesser; Olivine sehr stark umgewandelt. Dies ist eines jener wenigen Vorkommnisse, wo auch Stellen erscheinen, in welchen eine lichtbräunlichgelbe von Trichiten durchsponnene Glasmasse vorhanden ist; darin treten die Nepheline zurück und sind die Augite vorzüglich um und um auskrystallisirt. — B. von Böddiger, 4 Stunden s. s. w. von Cassel; Nephelin (0.05 Mm. gross), Olivin und Augit in farblosem Glasgrund, Feldspath fehlt (nach Möhl). — B. von Kohlbach bei Bayreuth;

---

1) Solche Basalte mit „unindividualisirtem Nephelin, ähnlich amorphem Glas" hat Möhl neuerdings auf der Naturforscher-Versammlung in Leipzig 1872 „Nephelinglas-Basalte" genannt — wie es scheint eine wenig passende Bezeichnung, da der Nephelin mit Glas hier weiter gar nichts gemein hat als den Mangel äusserer Krystallisation, und man bei „Nephelinglas" zunächst an glasig erstarrte geschmolzene Nephelinsubstanz denkt. In diesem „Nephelinglas-Basalt" braucht gar kein eigentliches Glas vorzukommen, und der, wenn auch noch so wenig krystallographisch begrenzte Nephelin polarisirt immer vortrefflich.



Nephelin sehr deutlich mit bis 0.1 Mm. langen Rechtecken und bis 0.05 Mm. breiten Hexagonen. Auch ganz vereinzelte Leucite vorhanden.

Typische Nephelinbasalte erscheinen (neben Leucitbasalten) im Erzgebirge: B. von Wohlbach bei Adorf, durch seine bis ½ Zoll grossen Olivine ausgezeichnet mit reichlichem Nephelin, besonders gut erkennbar in dem lichtern Hof, der die dicken Olivine umsäumt. — B. zwischen Joachimsthal und Platten, sehr reich an trefflich krystallisirten mikroskopischen Augiten. — B. von Spechtshausen bei Tharand. — B. vom Cottaer Spitzberg bei Berggiesbübel. — B. vom Landberge bei Herzogswalde. — B. vom Wilischberge bei Kreischa. — B. von Domina bei Sebastiansberg in Böhmen. — B. von der Scheibenberger Kuppe zwischen Schwarzenberg und Annaberg, sehr reich an viereckigen gelben Durchschnitten von Melilith. — Veitskopf bei Karlsbad in Böhmen. Alle sammt und sonders feldspathfrei.

Aus dem Erzgebirge gehen die Nephelinbasalte auch noch in das böhmische Mittelgebirge hinein: B. von Kosakow mit übergrossen krystallisirten Olivinen, etwas Leucit, Magnesiaglimmer und Apatit führend. — B. von Tichlowitz (der sog. Dolerit von Spansdorf bei Aussig enthält neben ausgezeichneten aber ganz trübe umgewandelten Nephelinen (bis 0.5 Mm. grosse Sechsecke) auch ziemlich reichlich Plagioklase, keinen Leucit, Nosean oder Granat). — Bořický hat unter den Basalten des böhmischen Mittelgebirges (linkes Elbufer) noch folgende als Nephelinbasalte erkannt und beschrieben[1]: B. vom glockenförmigen Berge Milý südl. von Skržin zwischen Raná und Bělošic, sehr reich an Nephelin. — B. vom Dlouhýberge bei Kosel, worin Leucitchen in den Nephelinrechtecken eingeschlossen sind. — Basalt des St. Georgsberges bei Raudnic und des Schlanberges. Alle diese führen ausgezeichneten und reichlichen Nosean mit einer scharf begrenzten Centralpartie von dichtgedrängten Strichnetzen, darum eine bräunlichgraue, staubige, aussen lichtere Zone. — B. von Steingassel bei Rothoujezd. — B. von Bukovic bei Rostenblatt und vom Kirchberg bei Bukovic. — B. von Kalamaika. Diese letztern ohne Nosean, alle insgesammt ächt feldspathfrei.

B. von Kaltennordheim in der Rhön, ausser dem Nephelin, Augit und Olivin auch ziemlich viel Plagioklas führend, zugleich etwas Glas aufweisend (kein ganz typischer Nephelinbasalt). — B. von Auerbach an der Bergstrasse, feldspathfrei. — B. vom Rossberg bei Rossdorf unfern Darmstadt, von Sandberger und Petersen für Feldspathbasalt gehalten[2], von Rosenbusch als Nephelinbasalt erkannt[3]). Der Nephelin bildet weniger einzelne

[1]) Sitzungsber. d. k. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. vom 30. November 1870 und 19. April 1871.

[2]) Neues Jahrb. f. Mineral. 1869. 37.

[3]) Ebendas. 1872. 617.

scharf umgrenzte Krystalle als, einem Cämente vergleichbar, continuirliche Partieen, welche ihrerseits aus einzelnen Individuen bestehen. Olivin gut auskrystallisirt, ausserdem Apatit, blaubräunlicher staubiger Hauyn, vielleicht Melilith; feldspathfrei. — B. von Weiler bei Sinsheim im badischen Elsenzthal, feldspathfrei (vgl. Anm. 1). — Basalte der schwäbischen Alp: vom Sassberg bei Dettingen unter Urach, von Neuhausen bei Urach und vom Eisenrüttel; mit schon ziemlich umgewandelten Nephelinen, frei von Feldspath und Leucit, die beiden erstern mikroskopische Granaten führend. — B. vom Wartenberg bei Donaueschingen, den vorigen ähnlich, ungemein reich an wohlconservirtem Olivin, ohne Feldspath und Leucit; die verhältnissmässig grossen Nepheline schon etwas faserig metamorphosirt.

Nephelinbasalt-Laven. Während fast sämmtliche Laven in der Umgegend des Laacher Sees und viele der Eifel ächte Leucitgesteine sind, gibt es andere in diesen Gebieten, welche vorwaltenden Nephelin enthalten, wobei Leucit sehr zurücktritt oder gänzlich fehlt; letztere sind überdies sehr reich an Melilith. Dazu gehören: Lava vom Herchenberg unfern des Laacher Sees; der reichliche klare und reine Nephelin wird von vielem dunkelcitronengelbem Melilith mit rechtwinkeliger Begrenzung begleitet. Leucit ist selbst in den Präparaten von Stücken, welche ihn auf Poren auskrystallisirt enthalten, nur recht spärlich. — Lava von der Hannebacher Ley nördl. vom Laacher See, mit dem ausgezeichnetsten und reichlichsten Nephelin in dieser ganzen Region, nicht von Mikrolithen durchwachsen; intensiv gefärbter Melilith, auch verhältnissmässig viel Hauyn, nur ganz wenig Leucit, total frei von Plagioklas wie die vorige. — Lava vom Scharteberg bei Kirchweiler in der Eifel, ein feldspathfreies Nephelin-Melilith-Augitgestein mit Hauyn, Olivin und Magneteisen, in welchem auch kein Leucit beobachtet wurde. — Lava vom Mosenberg in der Eifel, genau so beschaffen wie so viele Nephelinbasalte des Erzgebirges, blos etwas feinkörniger: zierliche Nepheline mit Augitmikrolithen, grosse Olivine, mittelgrosse Augite, spärlich Leucit, etwas Glimmer und Magneteisen.

Als Anhang an die Nephelinbasalte mag das Gestein vom Calvarienberg bei Poppenhausen in der Rhön gereiht werden, für dessen eigenthümliche Zusammensetzung Sandberger den Namen Buchonit vorgeschlagen hat[1]. Es besteht aus theilweise schon in Natrolith übergehendem

1) Sitzungsber. d. Bayer. Akad. d. Wiss. 1872. 203; vgl. auch Sitz. v. 1. März 1873. Das Gestein von Poppenhausen galt früher für Basalt; vgl. F. Z., Basaltgesteine S. 171, wo auf Grund eines kleinen Handstücks der Gehalt an Nephelin, dunklem Glimmer, Plagioklas, Apatit erwähnt und — zu einer Zeit, als das Kriterium des Dichroismus noch nicht bekannt war — hinzugefügt ist, dass möglicherweise ein Theil der für Augit gehaltenen Durchschnitte der Hornblende angehören. Der dort S. 173 angeführte sehr dichte Basalt von „Weiler bei Sinsheim“ (vgl. oben) ist aber wohl



Nephelin, leicht schmelzbarer Hornblende, tombakbraunem Glimmer in bis 8 Mm. grossen Blättern (kein ächter Biotit), Augit, Plagioklas, Apatit, Magneteisen und wenig Olivin; grosskörnige Ausscheidungen führen auch Sanidin, welcher aber auf diese beschränkt zu sein scheint. Von dem Nephelinit unterscheidet sich dies Gestein durch das ebenso reichliche als beständige Auftreten von Hornblende und eines eigenthümlichen Glimmers. Nach Sandberger gehört auch die übereinstimmende Felsart des Steinsbergs bei Weiler unweit Sinsheim in Baden zum Buchonit.

Leucitgesteine.

Sanidin-Leucitgestein.

Die Vesuv-Laven sind es, welche vermöge ihrer mikroskopischen Zusammensetzung zu dieser Gesteinsgruppe gehören. In denselben ist theils auch makroskopisch, theils blos mikroskopisch nachgewiesen: Leucit, Sanidin, Plagioklas, Nephelin, Augit, Glimmer, Olivin, Apatit, Magneteisen. Wie es scheint, nur auf Poren und Hohlräumen finden sich Hornblende, Melanit, Sodalith. Die makroskopische Beschaffenheit der Vesuvlava fällt oft bei einem und demselben Strom in verschiedener Tiefe unter der Oberfläche und in verschiedener Entfernung von seinem Ausflusspunkte recht abweichend aus. Die compacte Lava ist bald von steinartig dichter Beschaffenheit, bald ein ziemlich grobkörniges Gemenge, bald der Hauptsache nach von obsidianähnlich glasartiger Natur mit allen Uebergängen dazwischen, während an der Oberfläche die Masse in schwammigen, porös schlackigen Formen erstarrt. [1]

Die Entstehungsweise der vermuthlich vorwiegend unter Beihülfe von sublimirenden Gasen gebildeten [2] Mineralien auf Poren scheint ganz verschieden zu sein von derjenigen der eigentlichen Gesteinsgemengtheile, und

---

nicht mit dem von Sandberger untersuchten Gestein vom Steinsberg identisch, denn die Dünnschliffe enthalten in der That keine Spur von Hornblende oder Glimmer.

Aus dem Vorkommniss von Poppenhausen einen besondern, den Feldspath-, Nephelin- und Leucitbasalten coordinirten „Glimmerbasalt" zu machen, wie es Möhl vorschlug, war wohl, auch vor der Untersuchung Sandbergers, deshalb nicht rathsam, weil Glimmer überhaupt dem Augit gegenüber nicht eine solche Rolle spielt wie Feldspath, Nephelin und Leucit.

1) Ueber den Unterschied von „Schollenlava" (Blocklava), welche unter massenhaftem Entweichen von Dämpfen fliesst und erstarrt, und fast unmittelbar aus dem flüssigen in den festen Zustand übergeht, und „Fladenlava" (Lava a superficie unita), welche fast ohne Dampfentwicklung ruhig fliesst und allmählig durch einen zähflüssigen Uebergangszustand hindurch erstarrt, vgl. A. Heim in Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXV. 1873. 36; s. auch G. vom Rath ebendas. XXIII. 702 und Palmieri, der Ausbruch des Vesuvs vom 26. Apr. 1872, deutsch durch Rammelsberg S. 29.

2) Vgl. z. B. darüber die Beobachtungen Scacchi's, mitgeth. von Roth, Zeitschr. d. d. g. G. XXIV. 493.

so können sich auf Drusen Mineralien entwickeln, welche in der Gesteinsmasse vermisst werden. In der Lava von La Scala bei Portici (1631), welche schönen Sodalith auf Poren enthält (die Bauschanalyse von Wedding ergab 0.5 pCt. Chlor), ist derselbe noch nicht in dem Gestein selbst nachgewiesen worden (vgl. S. 388). Aehnlich verhält es sich anderswo mit Nephelin und Hornblende. In den Lavastücken vom Capo di Bove bei Rom, welche auf ihren Hohlräumen dick mit Nephelin überkrustet sind, ist dies Mineral in der Gesteinsmasse oft nur ganz spärlich vorhanden, eine Thatsache, die sich auch bei den Laven des Laacher Sees wiederholt und selbst bei dem auf Drusen Nephelin führenden Basalt vom Hamberg bei Bühne ihr Analogon findet. Die mit einem Gespinnst von Hornblendenadeln überzogenen Laven des Vesuvs lassen in ihrer Masse mikroskopisch keine Hornblende erkennen. Die abweichende, wahrscheinlich durch Sublimation vermittelte Bildung der Poren-Mineralien spricht sich auch mitunter in der Farbe aus: die die Drusen bekleidenden Augite der Vesuvlaven sind braungelb, die an der Gesteinsmasse theilnehmenden grün.

Ueber die mikroskopische Beschaffenheit der Laven des Vesuvs im Allgemeinen und der einzelnen Eruptionen sind manche Forschungen angestellt worden, welche Wedding 1858 zu beginnen versuchte[1].

Die Hauptverschiedenheit der mikroskopischen Structur spricht sich in dem Maass des Vorwaltens oder Zurücktretens der bräunlichen (oder grünlichen) Glasbasis aus. Dieselbe ist meistens reichlicher oder lockerer erfüllt mit nadelförmigen und stachelartigen Mikrolithen, welche theils dem Augit, theils dem Feldspath, vielleicht auch hin und wieder dem Nephelin, aber wohl nicht, wie vom Rath[2], vielleicht durch Wedding verleitet, meint, einem meionitähnlichen Mineral angehören. Reich an solcher Glasmasse waren z. B. die untersuchten Laven von 1858 und 1822, ziemlich reich die von 1871 und März 1872, viel ärmer die von 1868 und April 1872; doch ist dieser Befund selbstredend von der Wahl der Stücke abhängig. Die ältern in den Sammlungen verbreiteten aschgrauen Laven mit den grossen Leuciten erweisen sich arm an hier vorzugsweise farblosem Glas.

Die grössern Leucite sind im Gegensatz zu den kleinern schärfern gewöhnlich unregelmässiger begrenzt, verzerrt und verzogen, manchmal aus

---

1) Wedding, Lava v. 1631. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1858. X. 380.
F. Z., L. v. 1858, 1822, 1779, 1817. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XX. 1868. 97.
Felix Kreutz, L. von 1868. Sitzungsber. d. Wiener Akademie LIX. 2. Abth. Jan.-Heft 1869.
C. W. C. Fuchs, L. von 1717, 1832, 1868. Neues Jahrb. für Mineralog. 1869. 178.
v. Lasaulx, L. von 1872. Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 408.
A. v. Inostranzeff, L. vom Sept. 1817, März u. April 1872. Tschermak's Mineralogische Mittheilungen. 1872. II. 101.

2) Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XVIII. 1866. 571.

mehrern förmlich aneinander gesinterten Individuen zusammengesetzt, wobei mitunter äusserlich der Leucitumriss erzielt wird (S. 149 Fig. 51). Hin und wieder wird selbst die Hälfte eines Leucits aus einem einfachen Individuum gebildet, während die andere aus mehrern Körnern zusammengeschweisst ist. Damit darf nicht die Erscheinung verwechselt werden, dass Leucite auseinandergesprengt und von schmalen Streifen der Glasmasse wieder verkittet sind. Wo sich am Leucitrande fehlende Stücke, Ausschnitte und Spalten zeigen, da ist die Glasmasse als spitzer oder stumpfer Keil eingedrungen, auf feinen Rissen oft weit in das Innere des Krystalls hinein. Ausserordentlich reich an Leuciten waren z. B. die Laven von 1717 und 1832, auch von 1822 und 1858; sie sind stellenweise so massenhaft ausgeschieden, dass die einzelnen benachbarten nur durch eine ganz dünne Scheidewand von Glas von einander getrennt werden. Bisweilen wird das Glas nach den farblosen Leuciten zu immer dunkler gefärbt, entfernter davon zusehends lichter. Als mikroskopische Einschlüsse in den Leuciten erscheinen Partikel reinen Glases (S. 72, 73) und dunkle halbentglaste Schlackenkörner (S. 75, 150), Kryställchen, Körner und Mikrolithen von grünlichem Augit, farblose Feldspathmikrolithen, Magneteisenkörner. Es lässt sich nicht verkennen, dass in den vesuvischen Leuciten die Glaseinschlüsse vor den eingehüllten Mikrolithen entschieden vorwalten. Die Einlagerung dieser fremden Gebilde fällt sehr verschieden aus; bald liegen sie regellos umhergestreut, kreuz und quer, bald in der bekannten gesetzmässigen Anordnung zu centralen Häufchen, zu einfachen oder doppelten Kränzchen. Sowohl von Kreutz als von Fuchs wird für die Leucite der Lava von 1868 die regelmässige Interponirung hervorgehoben, so dass diese hier fast das häufigere zu sein scheint; sehr zierlich gruppirte Einlagerungen weist auch der Leucit der Lava von 1822 auf. Als reich an Glaseinschlüssen werden namentlich die Leucite von 1832, 1858 und vom April 1872 angegeben. Dampfsporen, einzeln oder perlschnurartig gereiht, sind vielfach vorhanden.

Die Augitdurchschnitte haben meist eine Farbe zwischen bräunlich und grünlich, doch wohl mehr zum letztern hinneigend, und sind im Ganzen etwas regelmässiger ausgebildet als die Leucite (Augite mit ausgebrochenen wie zerfressenen Rändern liegen in der Lava von 1871). Auch sie führen rundliche und fetzenartige Glaseinschlüsse, bisweilen durchzieht selbst ein vielfach verästeltes Glasgeäder die Augitsubstanz. Farblose Leucitchen werden manchmal vom Augit meist nahe den äussern Rändern umschlossen, z. B. Laven von 1822, 1871 (vgl. S. 83); grünliche und blassere Augitmikrolithen sind weit verbreitet.

Sanidin in grössern mikroskopischen Krystallen, die mitunter Karlsbader Zwillinge sind, mit concentrisch-schaaliger Structur, in manchen Laven recht reichlich, in andern mehr zurücktretend. Dem Sanidin gehören



auch die farblosen Durchschnitte an, welche einfache Rhomben und Rhomben mit abgestumpften spitzen Ecken bilden und oft in grosser Menge in der Glasmasse liegen, z. B. Laven von 1868 und 1871. Die farblosen dünnen nadelförmigen Mikrolithen in der Glasbasis und in grössern Krystallen scheinen, sofern sie nicht Nephelin sind, Feldspath-Natur zu besitzen.

Schön gestreifter Plagioklas wurde zuerst 1868 u. d. M. in den Laven von 1822 und 1858 wahrgenommen, — im Gegensatz zu der damals verbreiteten Ansicht, dass er und Leucit einander ausschliessen — und später von Kreutz, v. Inostranzeff und v. Lasaulx in denen von 1868, 1871 und Frühjahr 1872 ebenfalls beobachtet. Da die triklinen Feldspathe selten 0.4 Mm. Länge übersteigen, so entziehen sie sich der makroskopischen Beobachtung. In manchen derselben wimmelt es ebenfalls von Glaspartikeln, welche meist mit einer Längsaxe versehen, damit der Lamellenrichtung parallel liegen. Einmal wurde auch Leucit im Plagioklas gefunden. Die leistenförmigen Durchschnitte beider Feldspathe umzingeln wohl in tangentialer Stellung die Leucite.

Nephelin in gewöhnlich recht reinen farblosen Rechtecken und Sechsecken scheint nur selten zu fehlen; Rammelsberg wies ihn in der Lava von 1858 makroskopisch nach, mikroskopisch F. Z. in der von 1858, 1822, 1779, Fuchs in der von 1717, v. Lasaulx und v. Inostranzeff in der des Frühjahrs 1872. Phosphorsäure ist durch Scacchi und Rammelsberg in den Vesuvlaven aufgefunden worden; die langen grellen Nadeln in der Lava des Frühjahrs 1872 gehören gewiss dem Apatit an. Olivin makroskopisch fast gar nicht und mikroskopisch auch nur selten (Laven von 1868 und April 1872, in letzterer besonders gut wahrzunehmen). Magnesiaglimmer, verhältnissmässig reichlich in den Laven von 1737, 1805, 1809, 1866, 1868 und April 1872. Von blauem Hauyn wurde einmal ein kleines Korn beobachtet. Kleine braunrothe rundliche tropfenähnliche Körner in der Lava vom Frühjahr 1872 hält v. Lasaulx für Granat.

Andere italienische Laven, welche vermöge ihres Gehalts an Leucit, Sanidin und Augit sich hier anschliessen, hat vom Rath untersucht: Gesteine aus der Umgegend des Sabatinischen und des Bolsener Sees[1]. Wahrscheinlich liegt es an der nicht genügenden Dünne der Präparate, dass dabei im Gegensatz zu allen übrigen Erfahrungen mehrmals von einer „unauflöslichen Grundmasse" die Rede ist. Einen eigenthümlichen „Leucittrachyt" erwähnt vom Rath aus dem Thalrisse bei Viterbo (dort Petrisco genannt). Die Hauptmasse ist u. d. M. ein Gemenge von äusserst kleinen vorwiegenden Sanidinen, Plagioklasen, spärlichen Augiten und Magneteisen. Die Leucite sind nicht wie gewöhnlich in unzähligen kleinen Individuen

[1]) Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XVIII. 1866. 568. 584 und XX. 1868. 289.



hindurchgesät, sondern blos porphyrartig makroskopisch hervortretend und häufig zerbrochen, daher wohl als fremde Einschlüsse zu deuten.

Vogelsang macht darauf aufmerksam, dass in der Lava von Cisterna am Vesuv, welche gewöhnlich auch als Leucitlava gilt, die rundlichen Ausscheidungen u. d. M. nicht Leucit, sondern lebhaft doppelbrechende Concretionen von Mikrolithen (vielleicht von Meionit?) seien. Diese Kugeln zeigen im Innern ihre strahlige Structur, dieselben Mikrolithen, aus welchen sie bestehen, liegen auch rings herum in der Grundmasse zerstreut. In dem scheibenförmigen Durchschnitt, an dessen Rande wohl einzelne Individuen hervorragen, zeichnet sich innen scharf die Zone ab, bis wohin Glaseinschlüsse mechanisch mitgenommen wurden [1].

Leucitbasalt.

Die Leucitbasalte (vgl. S. 421) bestehen vorzugsweise aus Leucit, Augit, Olivin und Magneteisen, wozu sich aber gewöhnlich eine geringere oder grössere, indessen stets gegen den vorwaltenden Leucit zurücktretende Menge von Nephelin gesellt. Das im Gegensatz zu dem vorigen Gestein sanidinfreie Gemenge dieser Mineralien ist meistens im kryptomeren, vereinzelt auch im porphyrartigen Zustande ausgebildet; ein vollkommenes Structur-Aequivalent des Feldspath- und Nephelin-Dolerits ist für die Leucitbasalte eigentlich nicht bekannt, da die Sanidin, Leucit und Augit führenden Vorkommnisse nicht als solches gelten können. In ihrer kryptomeren Beschaffenheit kann man die Leucitbasalte äusserlich von den Feldspathbasalten nicht unterscheiden, weshalb sie denn auch erst durch die mikroskopische Untersuchung von letztern getrennt wurden: vormals hatte man unter den „Basalten" leucitreiche Glieder gar nicht vermuthet. Im Gegensatz zu den Feldspathbasalten ergeben sich die ächten Leucitbasalte in der Regel vollkommen frei von Plagioklas. Vorkommnisse gänzlich ohne Nephelin sind bis jetzt nicht gefunden worden [2]. Ja es gibt an Leucit und Nephelin so reiche hierher gehörige Gesteine, dass die Entscheidung, ob man dieselben dem Leucit- oder Nephelinbasalt zuzählen soll, kaum ausführbar erscheint. Leucit ist oft am Rande der Augitkrystalle besonders gut ersichtlich und wird auch manchmal von diesen rund umschlossen. Niemals aber wurde Leucit in Olivin eingehüllt beobachtet — eine Thatsache, die darauf hinzudeuten scheint, dass wohl der an fremden Einschlüssen überhaupt so arme Olivin mit zuerst aus dem Basaltmagma

[1] Philosophie der Geologie u. s. w. 161. Taf. VI. fig. 2.

[2] Dieser Umstand scheint indessen nicht hinreichend zu sein, der Auffassung Roth's (Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXII. 1870. 457) zu folgen. dass die meisten Leucitbasalte nur leucitreiche Nephelinbasalte seien; in den ächten Leucitbasalten ist entschieden Leucit das vorwiegende Mineral.



ausgeschieden wurde. Glimmer tritt oftmals in mikroskopischen Blättchen ein, braune Hornblende auch in einzelnen grössern Individuen, beide hier häufiger als in den Feldspathbasalten; ferner hier und da Melilith, der den letztern ganz fehlt, und Hauyn nicht nur in den zugehörigen Laven, sondern auch in den Basalten. Die Mikrostructur der dem blossen Auge homogen aussehenden Leucitbasalte ist nahezu durchgehends eine gleichmässig körnige und zwar sehr kleinkörnige, wobei die Gegenwart höchst spärlicher farbloser Glasmasse nicht ganz ausgeschlossen sei; auch darin erweisen sie sich den Nephelinbasalten ähnlich, und andererseits von den Feldspathbasalten verschieden, deren Mikrostructur im Gegensatz zu dieser Einförmigkeit des Gefüges so grosser Manchfaltigkeit fähig ist.

Als Leucitbasalte haben sich bis jetzt herausgestellt:

B. von Schackau in der Rhön, sehr reich an Leucit und Augit; ferner Olivin, viel Magneteisen, etwas Nephelin und wenig Magnesiaglimmer; ganz frei von Plagioklas. — B. von der Stoffelskuppe im Thüringer Wald, ebenfalls nephelinführend und feldspathfrei; in den Leuciten ist etwas staubähnliche Materie vorhanden. — B. von Rothweil im Kaiserstuhl mit den grossen platten Augiten, welche u. d. M. vorzüglich schichtenartig aufgebaut sind, enthält auch Leucit (Nephelin nur spärlich), daneben aber Plagioklase.

Auf beiden Abhängen des Erzgebirgs kommen in Verbindung mit den dortigen Nephelinbasalten andere Basalte vor, in denen neben dem Augit Leucit den Hauptgemengtheil bildet, dagegen sich auch gewöhnlich Nephelin findet, gerade wie umgekehrt die Nephelinbasalte dieses Gebietes so oft ebenfalls etwas Leucit führen. Diese Vorkommnisse sind nebenbei z. Th. durch ihren Gehalt an mikroskopischem Melilith ausgezeichnet. B. vom Schlossfelsen von Stolpen in Sachsen, überaus ähnlich dem von Schackau. — B. von der Geisinger Kuppe bei Altenberg im Erzgebirge, feldspathfrei, leucit- und augitreich, bald Nephelin, bald Melilith enthaltend. — B. vom Pöhlberg bei Annaberg mit ausnehmend schönem Leucit; darin auch Glimmer, Nephelin und stellenweise reichlich Melilith.

Die Leucitbasalte setzen in das benachbarte böhmische Mittelgebirge hinein fort. Hier ist der sog. Dolerit von Tichlowitz mit seinen grossen platten, porphyrartig hervortretenden Augiten ein ausgezeichnetes feldspathfreies (auch olivinfreies) Leucitgestein mit etwas umgewandeltem Nephelin (Rechtecke bis zu 0.2 Mm. lang, 0.13 Mm. breit). — B. vom östlichen Abhang des Milleschauer mit tadellosen Leuciten, aber daneben entschieden Plagioklas führend; ausgezeichnete Trichitgebilde in netzartigem Gespinnst liegen, nicht in Glas eingewachsen als selbständige Gemengtheile im Gesteinsgewebe. — B. von Boreslau mit zahlreichen Leuciten und völlig zurücktretendem Nephelin, zwar wieder feldspathfrei, aber schwach graulichgelbes Glas aufweisend; neben dem Augit auch etwas Hornblende.

— Bořický[1]) hat noch weitere Leucitbasalte vom linken Elbufer des böhmischen Mittelgebirges aufgefunden: B. von Paškopola, die grössten Leucite mit schönen Kränzchen führend, daneben etwas Nephelin, die Augite, wie so oft in diesen Basalten mit deutlicher Schaalenstructur. — B. von Bilinka, von Zahoř, Hořene gehören auch hierher. — Wahrscheinlich sind auch die B. von Lukow, Dlažkovic, Verseiin Lobos und vom Hasenberge Leucitgesteine. Die Mikrostructur ist bei allen die charakteristisch-körnige, Feldspath geht ihnen fast gänzlich ab. Die grossen bräunlichen Durchschnitte mit einem Rande angehäufter Magneteisenkörner und „parallelen geradlinigen Streifen" (Sprüngen), welche Bořický für Diallag hält, sind wohl Hornblende, die in diesen böhmischen Basalten auch makroskopisch vorkommt.

B. vom Hamberg bei Bühne zwischen Borgentreich und Trendelburg an der paderborn-hessischen Grenze enthält den Leucit in höchst kleinen Kryställchen; Nephelin auf Poren auskrystallisirt ist in dem Gestein selbst in nicht eben grosser Menge zugegen. Sehr reichlich aber ist Hauyn vorhanden mit rundlichen, roh sechsseitigen oder quadratischen Durchschnitten (kaum über 0.07 Mm. im Durchmesser) von oft bläulichem Farbenton, einfach brechend, von zahllosen fremden schwarzen Körnchen durchwachsen, die sich häufig zu rechtwinkeligen Strichnetzen gruppiren. Melilith wie in den erzgebirgischen Gesteinen, auch wahrscheinlich noch Granat. — B. aus der Umgegend von Uffeln bei Cassel führt neben dem Leucit ebenfalls blassbläulichen Hauyn mit schwarzen Fadenkreuzen[2]).

Möhl hat Hauyn noch in einer Anzahl von andern Basalten gefunden, aber sich nicht darüber ausgesprochen, ob dieselben auch leucithaltig seien[3]). Dazu gehören diejenigen zwischen Desenberg und Hof Daseburg (Warburger Börde), vom Thurmberg bei Elberberg in den westlichen Vorbergen des Habichtswalds, aus einem Bruch im Neudorfer Forstrevier des Bezirks Annaberg (Sachsen) mit sehr schönem Hauyn, von Brambach zwischen Eger und Adorf (Hauyne bis 0.3 Mm. gross mit dunkelm Krystallrand, sich wohl auch gegenseitig umschliessend und im Augit eingewachsen; ferner Melilith und Nephelin). Möhl nennt diese Vorkommnisse Hauynbasalt.

Leucitbasalt-Laven.

Sie verhalten sich zu den nicht eigentlich vulkanischen Leucitbasalten gerade wie die Nephelinbasalt-Laven zu den Nephelinbasalten. Alle Gemengtheile der zuletzt besprochenen Gruppe kehren hier wieder, und der

[1] Sitzungsber. d. k. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. 30. Nov. 1870.

[2] F. Z., Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 4.

[3] Ebendas. 1872. 78. Bemerkt sei, dass in den Untersuchungen über die Basaltgesteine S. 81 nicht steht, dass „nur der Basalt von Uffeln Hauyn führt," sondern dass „Hauyn bis jetzt (Herbst 1869) nur im Basalt von Uffeln gefunden wurde."

einzige Unterschied besteht in dem gewöhnlich feinporösen Gefüge. Als hierher gehörig haben sich bis jetzt folgende Vorkommnisse zu erkennen gegeben:

Basaltlaven aus der Umgegend des Laacher Sees[1]. Zu dem nie fehlenden Leucit (durchschnittliche Grösse etwa 0.04 Mm., selten auf oder über 0.1 Mm. steigend) und Augit, Olivin und Magneteisen, gesellt sich gewöhnlich noch gegen den Leucit zurücktretender Nephelin, in einigen auch wohlausgebildeter, freilich meist nur spärlicher Plagioklas, welcher fast auf Kosten des Nephelins sich einzustellen scheint. Sanidin geht ihnen gänzlich ab; etliche Laven zeichnen sich durch einen grössern Melilithgehalt, andere durch häufige Einmengung von Hauyn und Glimmer aus. Amorphe Substanz, sei sie glasig oder entglast, lässt sich hier nicht erkennen. L. vom Bausenberg, vom Forstberg, vom Veitskopf, vom Difelder Stein bei Wehr, aus den Brüchen zwischen Bürresheim und St. Johann und zwischen dem Hochsimmer und St. Johann (hauynführend). Alle diese Basaltlaven erwiesen sich als vollständig plagioklasfrei und stellen demnach den Gesteinstypus am reinsten dar. — L. von Niedermendig, hauynhaltig, hin und wieder mit Plagioklas; in den untern compactern und etwas gröberkrystallinischen Stromtheilen sind die Leucite oft so gross, dass man in den Präparaten die farblosen rundlichen Körnchen schon mit der Loupe sieht, ja ein schwarzes centrales Pünktchen in ihnen gewahrt: Nephelin, trotzdem er auf Poren auskrystallisirt ist, meist in der Gesteinsmasse nicht sonderlich reichlich. — L. vom Kunkskopf mit sehr kleinen Leuciten und geringen Mengen von Plagioklas. — L. vom Fornicher Kopf bei Brohl mit sehr spärlichem Feldspath. — L. von Glees, reich an hübschen Leuciten. — L. vom Krufter Humerich, worin neben dem Leucit Plagioklas sehr ausgezeichnet hervortritt. — L. vom Kappesstein oberhalb Plaidt, auch feldspathführend mit Leuciten, welche durch Regelmässigkeit und Anzahl der Einschlusszonen besonders schön sind. — L. vom Felsen Tauber im Brohlthal mit wenig Nephelin und deutlichem Plagioklas. — L. vom Camillenberg, Strom nach Bassenheim, am feldspathreichsten in dem ganzen Gebiet. — Die Schlacken des Roderbergs, des schüsselförmigen Kraters bei Rolandseck am Rhein, schliessen sich wegen ihres unzweifelhaften Leucitgehalts hier an (vgl. S. 423).

In der benachbarten Eifel ist die Lava von Uedersdorf reich an Leucit, etwas Nephelin führend, frei von Plagioklas. — L. vom Wehrbusch bei Daun, feldspathfrei mit zahlreichen mikroskopischen Glimmerblättchen. — L. von Birresborn an der Kyll, ebenfalls frei von Plagioklas.

[1] Die neuerdings durch G. Bischof angestellten Analysen der Laacher Laven (Suppl.-Band zum Lehrb. d. chem. u. phys. Geol. 1871. 137) haben nachträglich ein Ueberwiegen des Kalis über das Natron darin dargethan, was mit dem schon früher mikroskopisch nachgewiesenen Leucitgehalt im Einklang steht.

Leucithaltig sind auch die basaltischen Laven und Schlacken, welche der von Göthe ausführlich beschriebene Kammerbühl zwischen Franzensbrunn und Eger zu Tage gefördert hat. U. d. M. ergeben sie dieselbe nur ausserordentlich kleinkörnige Zusammensetzung wie die verhältnissmässig gröber gemengten des Laacher Sees und der Eifel. Sandberger[1]) sah darin auch hexagonale wasserhelle Tafeln von Nephelin.

Unter den italienischen Laven kommen dem reinsten Typus des hier in Rede stehenden Gemenges die Ströme des römischen Albanergebirges am nächsten, von welchen der bedeutendste am Capo di Bove und dem Grabmal der Caecilia Metella endet, der westlicher gelegene sich nach Vallerano hinzieht[2]). In den Leucitdurchschnitten, welche schon mit der Loupe im Dünnschliff hervortreten, sind die Einschlüsse (glasige und entglaste amorphe Körnchen von gelbbrauner und schwarzbrauner Farbe) überaus zierlich kranzartig gruppirt; die Anzahl dieser zonenförmig eingehüllten Partikel variirt sehr, bald sind ihrer nur 5, bald über ein Dutzend, ja einige Kornkränzchen bestehen aus 16 dichtgedrängten Kügelchen. Eigenthümlich ist es, dass gewöhnlich die Körnchen in einem und demselben Leucit fast alle von derselben Grösse sind, dass dagegen oft ein Leucit mit sehr dicken Körnchen hart neben einem solchen mit sehr feinen liegt. Augitkörnchen und Augitmikrolithen finden sich im Gegensatz zu den vesuvischen und laacher Leuciten hier nur sehr selten. Grüner Augit, als zweiter Hauptgemengtheil tritt nicht eigentlich in isolirten Kryställchen und Krystallen, sondern in zusammenhängenden grössern, nicht seitlich von deutlichen Krystallrändern begrenzten Partieen auf, in welchen die Leucite, gewissermaassen zahllose durchsichtige Löcher bildend, eingewachsen sind. Ferner im Durchschnitt grünlichgelber oder citronengelber dick-parallelfaseriger Melilith, auch Leucite einschliessend, ohne dass seine Faserung dabei die Richtung ändert; farblose Nepheline, ebenfalls ohne deutliche Krystallumgrenzungen; Magneteisen, von welchem blutrothe oder orangegelbe dendritische Eisenoxyd-Lappen ausgehen; wenig Magnesiaglimmer und Apatit. — Sehr ähnlich verhält sich die Lava von Vallerano, in welcher eine Neubildung zeolithischer Substanz begonnen hat: zarte eisblumenähnlich büschelartig auseinanderlaufende farblose Fasern haben sich, am unversehrten Augit und Leucit hart abschneidend im Gesteinsgewebe offenbar auf Kosten des Nephelins angesiedelt. Melilith mehr zurücktretend, brauner Glimmer reichlicher. — Der Mangel an Feldspath ist es, welcher diese italienischen Laven auszeichnet. Durchaus übereinstimmend zusammengesetzt und mit derselben Mikrostructur ausgestattet wie jene des Laa-

---

[1]) Neues Jahrb. f. Mineral. 1870. 207.

[2]) F. Z., Zeitschr. d. d. geol. Ges. XX. 1868. 114. Vgl. auch vom Rath ebendas. XVIII. 1866. 527.

cher Sees und der Eifel, verdienen sie ohne weiteres Leucitbasaltlaven genannt zu werden.

Die Lava vom Vultur bei Melfi in Unteritalien, der sog. Hauynophyr ist nach ihrer mikroskopischen Zusammensetzung[1]) als hauynreiche, nephelinführende Leucitlava zu bezeichnen. Ueber den verschieden gefärbten Hauyn darin vgl. S. 161. Der Leucit, viele Flüssigkeitseinschlüsse enthaltend, erscheint, wie der Nephelin, nicht makroskopisch; die selbständigen Leucite sinken zu einer für diesen Gemengtheil wenig gewöhnlichen Kleinheit, zu zierlichen Achtecken von wenigen Tausendstel Mm. Durchmesser hinab. Der Nephelin ist rein und frei von eingewachsenen Mikrolithen und im Gegensatz zum Leucit auch von Flüssigkeitseinschlüssen. Die Augite mit schöner Zonenstructur, manchmal innen grün, aussen eigenthümlich intensiv honiggelb, schliessen Glaskörner und Leucite ein. Ferner noch mikroskopischer Melilith in graulichgelben trüben und angegriffenen Rechtecken und Quadraten mit deutlicher Längsfaserung, Magneteisen und Apatit. Weder Sanidin noch Plagioklas wurde gefunden, wie es einem ächten Nephelin-Leucitgestein zukommt; amorphe Glasmasse nicht ersichtlich.

Feldspathfreie Gesteine.

Eklogit. Nach den neuesten Untersuchungen von H. v. Drasche[2]) hat man unter dem Namen Eklogit Gesteine zusammengefasst, welche neben dem Granat Omphacit (nach ihm eine lauchgrüne oder grasgrüne Abart des Augits), oder Hornblende (sowohl die Smaragdit genannte grasgrüne als auch die gemeine schwärzlichgrüne Hornblende) oder beides zusammen enthalten. Der Omphacit bietet im polarisirten Licht dieselben Erscheinungen dar wie der Augit: schwachen Dichroismus, immer schiefe Orientirung der optischen Hauptschnitte zu den Spaltungskanten, ausgenommen wenn die Schnitte parallel zum Orthopinakoid geführt sind, und gleich vollkommene Spaltbarkeit nach zwei Flächen mit einem Winkel von 87°. Der Smaragdit und die gemeine Hornblende sind viel stärker dichroitisch. Sehr häufig werden die Granatkrystalle des Eklogits direct umgeben von einer breitern oder schmalern Zone schön grasgrüner Hornblende mit regelmässig radialer Stellung der Fasern oder Säulchen. Und zwar ist dies selbst bei Eklogiten der Fall, welche sonst von Hornblende vollständig frei sind. In den Hornblende führenden Eklogiten kommen meist zweierlei Arten dieses Gemengtheils vor. Die um die Granaten krystallisirte Hornblende ist, wie erwähnt, grasgrün und besitzt ungemein starken Dichroismus, die andere findet sich meist in grössern, deutlich spaltbaren Krystallen entwickelt, sie

1) F. Z., Neues Jahrb. f. Mineral. 1870. 818.

2) Mineralogische Mittheilungen, ges. von G. Tschermak 1871. II. 85.

zeigt in den Dünnschliffen lichtbraune bis dunkelbraune Farbe und schwächern Dichroismus. Lauchgrünen Omphacit führt das Vorkommniss von der Saualpe in Kärnthen, welches ausser dem Granat und Zoisit oftmals Quarz und Cyanit aufweist; bisweilen tritt der Omphacit völlig zurück und wird durch schwarze Hornblende, sog. Karinthin ersetzt. Die Eklogite aus dem Fichtelgebirge sind meistens ausgezeichnete Beispiele von Omphacitgesteinen (Silberbach, Eppenreuth, mit einem Saussurit-artigen Feldspathmineral). Hierher gehören auch diejenigen von Karlstätten und Gurhof bei Aggsbach in Niederösterreich, welche neben dem vorwaltenden Omphacit auch etwas Hornblende und stellenweise Olivin enthalten; ferner der Eklogit vom Bacher-Gebirge, dem ebenfalls die Hornblende nicht fehlt. Andererseits sind durch das Auftreten von Hornblende, neben welcher Omphacit vermisst wird, charakterisirt: der Eklogit von Fattigau im Fichtelgebirge, in dessen Dünnschliff noch gelbliche bis rothgelbe meist achteckige Durchschnitte erscheinen, welche möglicherweise Olivinkörnern angehören; einer aus dem Dép. des Hautes Alpes; sodann die von Heiligenblut am Grossglockner in Kärnthen, von Greifendorf bei Hainichen in Sachsen (feldspathführend) und von Haslach in Baden (wohl saussurithaltig.)

Eulysit von Tunaberg besteht u. d. M. aus eng verbundenen braungelben Körnern, welche dem chemisch olivinähnlichen Eisenoxydul-Silicat angehören, aus grasgrünen, fast gar nicht dichroitischen, die wohl als Augit zu deuten sind, und aus röthlichen Individuen von Granat, von welchem kleine fast farblose tropfenähnliche Partikel auch in jenen beiden Gemengtheilen liegen. Das erstere Mineral hat, die Rauhheit der Schnittfläche abgerechnet, wenig Aehnlichkeit mit dem Olivin der Basalte oder Gabbros und ist auffallender Weise trotz seiner leichten Löslichkeit selbst auf Spältchen gar nicht alterirt.

Saussurit-Gabbro. Was dies Gestein anbetrifft, welches anstatt des Plagioklas Saussurit und anstatt des Diallags oftmals Smaragdit führt, so ist der Mikrostructur des Saussurits schon S. 142 gedacht worden. Der Smaragdit zeigt nach R. Hagge u. d. M. wenig charakteristisches: aus grünen Lamellen oder dicken undeutlichen Fasern bestehende Partieen, die in ihrer Gesammtheit oft noch wieder Krystallumrisse darbieten (Nikobaren, Bergen in Norwegen, Glacier de Montmor) und z. Th. die vielfach im Diallag vorkommenden braunen Tafeln, z. Th. ganz unregelmässige braune und grüne Körner einschliessen. In dem Smaragdit eines Gabbrogerölls vom Glacier de Montmor fanden sich honiggelbe bis rothbraune Körner, Prismen und knieförmige Zwillinge von Rutil. Der Diallag im Saussuritgabbro von Rauris wies im polarisirten Licht eine ausgezeichnete Farbenstreifung auf, ganz ähnlich der Zwillings-Lamellirung eines Feldspaths; und zwar war diese Streifung hier häufig gewunden, verdrückt, auch an Sprüngen scharf ab-

gebrochen und eine Strecke parallel mit sich selbst verschoben. Auch der sog. Gabbro von Rosswein in Sachsen wird von Hagge zu den Saussurit-Gabbros gerechnet (a. a. O. S. 53, 54). Allein in mehrern Präparaten wenigstens erwies sich die weissliche Masse desselben als ein reines Aggregat von farblosen meist hexagonalen, auch rhombischen Quarzdurchschnitten mit scharfer Umgrenzung (bis zu 0.08 Mm. breit); die schwarzgrünen Flecken und Streifen des Gesteins sind ein inniges Haufwerk von Krystallen und Körnern von Hornblende, welches, am Rande ganz locker werdend, tausend und aber tausend blassgrüne isolirte Säulchen und Nadeln in die Quarzmasse hinaussendet, namentlich wo diese feinkörniger ist[1]).

II. Schieferige Gesteine.

Gneiss.

An den Gneissen wurden bis jetzt nur sehr spärliche mikroskopische Beobachtungen angestellt, vielleicht deshalb, weil sie, abgesehen von der parallelen Lagerung der Glimmerblätter, vermöge der übereinstimmenden mineralogischen Zusammensetzung voraussichtlich u. d. M. dasselbe Bild darbieten wie die Granite. In der That weisen auch die Quarze, Feldspathe und Glimmer der Gneisse die grösste Aehnlichkeit in der Mikrostructur mit denjenigen der Granite auf: die Quarze sind auch hier wieder reichlich von Flüssigkeitseinschlüssen durchschwärmt, welche der Hauptsache nach aus Wasser zu bestehen scheinen, die Feldspathe meist zu trüber Substanz umgewandelt. In den Quarzen des Granitgneisses vom St. Gotthard, wie er den grössten Theil dieser Centralmasse der Alpen zusammensetzt, beobachtete Vogelsang ausser liquiden Einschlüssen mit indifferenter Libelle, welche beim Erwärmen entweder gar keine oder nur eine einfache einmalige Bewegung erkennen lässt, auch die auf S. 65 beschriebenen, bei denen der innere Theil aus flüssiger Kohlensäure besteht[2]). Neuere Untersuchungen haben diese Angaben vollständig bestätigt; ausgezeichnete Gebilde dieser Art liegen z. B. im Quarz des Granitgneisses aus den Schöllenen oberhalb Göschenen auf der Nordseite des St. Gotthard; ein solcher Einschluss war 0.015 Mm. lang, 0.006 Mm. breit, das in der liquiden Kohlensäure sehr lebhaft mobile Bläschen maass 0.0015 Mm. im Durchmesser. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die äussere Partie dieser Einschlüsse, deren innere Contour bei der Condensation der Libelle nicht die mindeste Veränderung erfährt, aus einem festen Körper gebildet wird. Und es ist höchst wahrscheinlich, dass sie einer gla-

1) Dies Vorkommniss kann natürlich keiner von denjenigen Gabbros des sächsischen Granulitgebietes sein, welche nach Stelzners Angabe (N. Jahrb. f. Mineral. 1871. 245) nur ca. 50 pCt. Kieselsäure enthalten.

2) Poggendorffs Annalen CXXXVII. 265.



sigen Substanz angehört: sie erweist sich stets durchaus unregelmässig begrenzt, und mit dieser Vermuthung würde es im Einklang stehen, dass sie mitunter entschieden blassgrünlichgelbe Farbe besitzt. Ja es kommen in den Quarzen dieses alpinen Granitgneisses ebenso gefärbte schmalrandige Einschlüsse mit sehr dunklem winzigem Bläschen vor, welche man kaum für etwas anderes als für Glaskörnchen halten kann. Sollte diese Deutung durch fernere Forschungen Bestätigung erlangen, so wäre damit ein wichtiger Anhaltspunkt für die genetischen Verhältnisse dieser vielbesprochenen Gesteine gewonnen, welche dann schwerlich fürderhin als metamorphosirte Sedimentschichten gelten können. Aehnliche Doppeleinschlüsse, in deren Innerm das Letzte der Libelle aber schon bei 20° C. verschwand, beherbergt nach Vogelsang auch der Quarz des grauen Gneisses von Freiberg.

Mikroskopischer Apatit wurde in etlichen Gneissen des Erzgebirges in ganz derselben Weise wahrgenommen, wie er auch in den Graniten vorkommt. Nach G. Jenzsch ist in allen Gneissen des Erzgebirges — sowohl dem rothen, als dem ältern (normalen) und jüngern grauen Gneiss Müllers — der Granat ein nie fehlender und zuweilen sogar in bedeutender Quantität vorhandener Gemengtheil, hin und wieder schon mit blossem Auge zu gewahren. Seine oft von Krystallflächen begrenzten, vielfach zerklüfteten, durchsichtigen blass-colombinrothen Körner sind meist von Feldspath, gewöhnlich dem triklinen, umschlossen. Sie werden so klein, dass sie nicht selten bei 300maliger Vergrösserung nur noch als kleine Punkte erkannt werden können, und liegen häufig so dicht neben einander, dass sie den Gesammteindruck des umgebenden Feldspaths ganz stören [1]. Uebrigens ist die Mikrostructur aller Gneisse eine rein krystallinische.

Die das Liegende der cambrischen Schichten bildenden sog. fundamentalen Gneisse an der Westküste des nördlichen Schottlands sind vorwiegend Hornblende-Gneisse [2]. Ihr Quarz ist sehr reich an kleinen Flüssigkeitseinschlüssen, neben dem Orthoklas stellt sich auch etwas Plagioklas ein, die grasgrüne oder olivengrüne Hornblende wird ab und zu von einem Apatitnädelchen durchstochen. Der Epidot, der sich makroskopisch als Umwandlungsproduct der Hornblende reichlich angesiedelt hat, zieht u. d. M. in lebhaft grüngelben etwas faserigen, feinsten Aederchen auch wohl in die Spältchen des benachbarten Feldspaths hinein. In den Varietäten mit vieler Hornblende beobachtet man noch verhältnissmässig reichlich mikroskopischen Titanit, durchaus so beschaffen wie der der Syenite und Phonolithe.

---

[1] Neues Jahrb. f. Mineral. 1867. 165.

[2] F. Z., Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XXIII. 1871. 110.



Ueber die Mikrostructur des Cordierits in den Gneissen des sächsischen Granulitgebiets vgl. S. 209[1]).

Granulit.

Die eigentlichen lichten Granulite Sachsens — reich an Kieselsäure, mit grossem Alkaliengehalt, arm an Eisenoxydul — erweisen sich u. d. M. der Hauptsache nach aus Quarz und Orthoklas mit etwas Granat und Cyanit zusammengesetzt.

Die vorwiegende Masse ist immer (z. B. Granulite von Penig, Waldheim, Ehrenberg) ein durchaus krystallinisches Aggregat von lebhaft polarisirendem Quarz in hexagonalen, rhombischen und unregelmässig eckigen wasserklaren Durchschnitten (bis 0.1 Mm. breit) und Feldspath, dessen kleinere Individuen sich an den verschiedenen Fundpunkten sehr constant durch eine eigenthümliche feine Faserung auszeichnen (ähnlich darin dem sog. labradorisirenden Orthoklas von Frederiksvärn, S. 129), welcher im polarisirten Licht aber nicht etwa eine Farbenstreifung entspricht: aller Feldspath ist hier orthoklastisch, trikline buntfarbige Lineatur tritt in den untersuchten Granuliten nirgends hervor. Die grössern, ziemlich klaren Orthoklase sind freier von dieser Faserung, mit winzigen lichten Körnchen staubähnlich durchstreut, von Streifen aneinandergereihter Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglichen Libellen durchzogen. Das Feldspath-Quarzgemenge des Granulits wird in grosser Constanz erfüllt von einer reichlichen Anzahl langer und ganz dünner gerader oder gebogener Nädelchen, welche bei schwacher Vergrösserung wie haarfeine schwarze Striche aussehen, bei stärkerer aber blassgrünlich durchscheinen. Die grössern Granaten werden lichtroth und enthalten ausser kleinern Individuen ihrer selbst wenig weitere Einschlüsse. Bei einem 1 Mm. grossen Korn, welches sehr viele kleinere Granatkryställchen umhüllte, lag in einem der letztern von 0.025 Mm. Grösse wieder ein höchst scharfes Rhombendodekaëder von 0.009 Mm. Durchmesser. Der blassblaue Cyanit ergibt sich gewöhnlich durchaus frei von fremden mikroskopischen Partikeln. Die meisten Granulite führen noch kleine braungelbe pellucide Säulchen (bis 0.15 Mm. lang, 0.02 Mm. breit), welche, wenn sie besser ausgebildet sind, fast wie quadratische Prismen oben und unten mit einer Deuteropyramide aussehen, so dass man unwillkürlich an Zirkon erinnert wird; jedenfalls gehören sie weder dem Turmalin noch der Hornblende an.

Auch v. Lasaulx[2] bemerkte in einem Granulit von Etzdorf in Sachsen

[1] Vgl. auch die Mittheilungen v. Lasaulx's über den Cordieritgneiss im Neuen Jahrb. f. Mineral. 1872. 831.

[2] Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 827.



die Faserung des Orthoklases und konnte neben ihm keinen Plagioklas wahrnehmen. Bruchstücke von Feldspath liegen hier im Quarz eingeschlossen, dagegen kleinere Quarzpartieen nicht im Feldspath; die Granaten befinden sich nur innerhalb des Feldspaths eingebettet, treten niemals von Quarz umgeben hervor. In den stellenweise granatreichen Granaten beobachtete er Hohlräume, vereinzelte dihexaëdrische Quarzkörner, nadelförmige Kryställchen von Turmalin und vielleicht auch von Hornblende. Ausserdem finden sich nach ihm in den Feldspathpartieen dieses Granulits noch dunkelbraune Säulchen von Hornblende (vielleicht übereinstimmend mit den oben angeführten), olivengrüne oder graugelbe kurze anscheinend prismatische Formen, viele davon im Querschnitt einen verzogenen Rhombus mit abgerundeten Ecken liefernd, welche vielleicht als Axinit anzusehen seien (Titanit?), sodann sehr lange farblose oder gelbliche pellucide Nadeln, welche häufig an ihren Köpfchen eine dunklere Färbung zeigen und für Turmalin gehalten werden: ferner noch vereinzelte Partieen eines gelblichen Glimmers, der sich in ein regelloses Gewirre weisser langprismatischer Kryställchen (vermuthlich eines asbestartigen Minerals) umwandle.

Die dunkeln sog. Trappgranulite Sachsens sind weit kieselsäureärmer, führen statt der Alkalien beträchtliche Mengen von Kalk und Magnesia, dabei viel Eisenoxydul (bis 16.75 pCt.). Stelzner[1]) gibt für diese dem blossen Auge fast homogenen Gesteine an, dass sie ausnahmslos aus Quarz, Plagioklas, Magneteisen und einem grünen glimmerartigen Mineral bestehen; während ausserdem einige Trappgranulite arm an Granat sind, enthalten andere denselben in grosser Menge und bilden zuweilen fast Uebergänge in granatfelsartige Massen. Cyanit scheint hier gänzlich zu fehlen. Einige der granathaltigen Trappgranulite zeigten nach ihm interessante Gruppirung ihrer Mineralelemente; so sieht man z. B. in einigen Dünnschliffen jedes Granatkörnchen von einer Quarz-Feldspathzone umgeben, die sich als lichtfarbiger Ring von der dunklern Hauptmasse des Präparats schon unter der Loupe deutlich abhebt, und in andern Varietäten sind Glimmer und Magneteisenerz in der unmittelbaren Nachbarschaft des Granats ganz eigenthümlich radial zu demselben gruppirt, während sie entfernter von ihm ein mehr gleichförmiges Gemenge mit Quarz und Feldspath bilden. — Doch verhalten sich ferner untersuchte Trappgranulite oftmals etwas abweichend von den Angaben Stelzners. Der in losen Blöcken bei Nieder-Rossau, ö. von Mittweida umherliegende führt allerdings zwar blos Plagioklas, allein derjenige z. B. von Rosswein enthält gar keinen gestreiften Feldspath, blos etwas Orthoklas von derselben faserigen

1) Neues Jahrb. f. Mineral. 1871. 244. Die hier mitgetheilten Analysen führen gar keine Alkalien auf.



Beschaffenheit wie im lichten eigentlichen Granulit. Beide besitzen neben Glimmer auch reichlich Hornblende, und namentlich in dem letztern Vorkommniss sind diese beiden Gemengtheile wohl von einander zu unterscheiden: die lichter oder dunkler braunen lappigen Lamellen, welche, wo sie schief liegen, sehr starken Dichroismus (bis ins fast ganz schwarze) aufweisen, gehören dem Magnesiaglimmer an, und die dunkelgrünen eckigen Körner, ebenfalls stark dichroitisch (bis ins lebhaft braunrothe), können nur auf Hornblende bezogen werden. Quarz und Magneteisen betheiligen sich bei allen, in dem von Rossau liegen noch farblose Mikrolithen, ähnlich denen, wie sie der Kaliglimmer so vielfach in den krystallinischen Schiefern bildet. Stelzners weitere Angabe, dass eine andere Eigenthümlichkeit der Trappgranulite in dem Reichthum ihrer Quarze und Feldspathe an „glasigen und steinigen Poren" bestehe, konnte nirgendwo Bestätigung erfahren[1].

Nach Stelzner scheinen Hypersthenit und Gabbro nur als besonders grob krystallinische Trappgranulite aufgefasst werden zu müssen. Die chemische Aehnlichkeit der Bauschanalyse existirt allerdings, aber von einer „mineralogischen Analogie", wie sie Stelzner erblickt, ist — wenigstens was den sog. Hypersthenit von der Höllmühle bei Penig betrifft — doch wohl keine Spur vorhanden: Quarz, Plagioklas, Glimmer und Granat auf der einen — absoluter Quarzmangel, ein wahrscheinlich abweichender Plagioklas, Olivin und Diallag auf der andern Seite. Mit nicht minderm Recht könnte man Granit und Hypersthenit für mineralogisch analog erachten. Was den Gabbro anbelangt, so ist die Vermuthung Stelzners besser begründet: der „Gabbro" von Rosswein steht allerdings dem Trappgranulit nahe, aber nur deshalb, weil er eben gar kein ächter Gabbro ist (vgl. S. 464).

Glimmerschiefer.

Die eigenthümliche, von Sorby „ripple drift" genannte Structur, welche sich oft in gewöhnlichen Sandsteinen findet und darin besteht, dass zwischen horizontalen Schichten geneigte Schichten vorkommen, die aus einzelnen unter einander parallelen Lagen zusammengesetzt sind, zeigt sich

1) Auffallend ist es, dass Stelzner diesen Gehalt der Gemengtheile an glasigen und steinigen Einschlüssen betont und dennoch allen Granulit für ein „metamorphes, nicht aber eruptives" Gestein erklärt. Wer die Gegenwart hyaliner Partikel in Quarzen und Feldspathen eines krystallinischen Gesteins hervorhebt, darf dies nicht für eine umgewandelte Sedimentärmasse halten und sollte diesen leibhaftigen genetischen Documenten nicht mindern Werth beimessen, wie seinen Beobachtungen über Wechsellagerung und architektonische Verhältnisse. Doch konnten, wie angeführt, solche Glaseinschlüsse von Andern nicht aufgefunden werden. Vgl. noch über Trappgranulit die treffenden Bemerkungen Naumann's im Neuen Jahrb. f. Mineral. 1872. 913.

nach ihm dem blossen Auge und selbst im mikroskopischen Miniaturmaassstabe auch in Glimmerschiefern und liefert einen Beweis dafür, dass deren Material ursprünglich unter Mitwirkung von Strömungen mechanisch aus dem Wasser (als Sand und Thon) deponirt wurde. Andere Thatsachen dagegen bekunden, dass die gegenwärtige krystallinische Beschaffenheit dieser Schiefer durch spätere Einflüsse herbeigeführt wurde. Sorby untersuchte mehrere Dünnschliffe ächter Glimmerschiefer, in denen die ursprünglichen sandartigen Körner, bestehend aus Quarz, Feldspath oder winzigen Gesteinsbröckchen noch deutlich beobachtet werden konnten, obschon das Gestein stark verändert und ganz krystallinisch aussah. Erkennbar traten sie einerseits dadurch hervor, dass in der umgebenden quarzigen Substanz sich ihre klastischen Umrisse wohl heraushoben; andererseits ist aber auch der Quarz der Sandkörnchen verschieden von demjenigen, welcher sich erst später in dem Gestein entwickelt hat. Während nämlich der letztere klar und durchsichtig erscheint, enthalten die alten klastischen Quarzkörner zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse und nadelförmige Mikrolithen, sind dazu oft milchweiss oder bräunlich. Manchmal werden solche Partikel von einem scharf abstechenden Rand des secundären Quarzes rings umgeben. Auch die Feldspathstückchen fasst so eine Zone neugebildeten Quarzes ein, welche nahe der Grenze Körnchen enthält, die von der Zersetzung des Feldspaths herstammen; der Feldspath scheint sich dabei mehrfach in ein feines Glimmer-Aggregat umgewandelt zu haben[1].

Ueber den Glimmerschiefer von Superbagnères bei Luchon in den Pyrenäen hat C. W. C. Fuchs einige Angaben gemacht[2].

Paragonitschiefer.

Der fast weisse Glimmerschiefer vom Monte Campione bei Faido mit den schönen blauen Cyanitkrystallen, welchen v. Lasaulx untersuchte[3], liefert im Dünnschliff ein vorwiegendes Aggregat von Paragonit in farblosen hexagonalen Blättchen und schmalen leistenförmigen, meist etwas gewundenen Querschnitten derselben, zwischen denen ganz vereinzelt dunkle Glimmerblättchen liegen. Die von Einschlüssen völlig freien Cyanite sind zahlreicher, als man vermuthen sollte, auch in mikroskopischen Individuen zugegen. Der dunklere an Krystallen von Staurolith, Granat, Cyanit reiche Schiefer von Airolo besteht nach demselben Forscher der Hauptsache nach aus farblosem Paragonit in zarten Blättchen und Leistchen, einem andern graugrünen oder gelblichgrünen Glimmer und einem undurchsichtigen, metallisch glänzenden blauschwarzen Glimmer, der wohl dem Lepidomelan

1) Quart. journ. of the geol. soc. 1863. 401.
2) Neues Jahrb. f. Mineral. 1870. 854.
3) Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 835.

nahe stehe; ausserdem findet das Mikroskop zahlreiche schwach grünliche oder grüne dichroitische, regelmässig gebildete Krystalle (vielleicht Hornblende oder Epidot) und sehr verbreitete höchst kleine strichähnliche Mikrolithen, bald parallel, bald zu dichtem Gewirre kreuz und quer gehäuft, auch einander unter bestimmten Winkeln durchwachsend; die grössern stäbchenähnlichen scheinen braun durch. Ob man mit v. Lasaulx aus dem Umstande, dass sie zwischen den Blätterlagen des Glimmers liegen, auf ihre secundäre Entstehung schliessen darf, scheint zweifelhaft. Ueber die grössern Staurolithe dieses Gesteins vgl. S. 204.

Chloritschiefer und Talkschiefer.

Ein Chloritschiefer von Einsiedel in Böhmen ergab sich u. d. M. als vorwiegend aus blassgrünen Häuten von Chlorit bestehend. In einem parallel der Schieferung gefertigten Dünnschliff traten die andersgelagerten quergeschnittenen Schuppen besonders im polarisirten Licht hervor. Von Quarz zeigte sich nichts, dagegen eine ziemliche Menge lang prismatischer völlig farbloser, lebhaft einfarbig polarisirender Krystalle; diese an den Enden meist abgerundeten Säulen sind senkrecht auf die Längsaxe sehr charakteristisch von zahlreichen Sprüngen durchzogen, auch nach dieser Spaltbarkeit in einzelne Stücke zerbrochen, welche bald noch in verworfener Stellung unmittelbar neben einander, bald auseinandergerückt und gegenseitig getrennt liegen. An grössern Individuen (die stärksten werden bis 0.25 Mm. lang, 0.05 Mm. breit) war sogar eine sechsmalige Zerstückelung in einzelne verworfene Glieder zu gewahren. Bemerkenswerth ist, dass gerade auch im Chloritschiefer die makroskopischen schwarzen Turmalinsäulen vielfach gebogen oder zerbrochen vorkommen. Jene farblosen Krystalle sind zudem noch durch ihre zahlreichen kleinen Flüssigkeitseinschlüsse mit sehr beweglicher Libelle ausgezeichnet. Ihre mineralische Natur muss vorläufig noch unaufgeklärt bleiben; dem Feldspath dürfen sie jedenfalls nicht zugerechnet werden, und vielen andern im Schnitt farblos werdenden Mineralien, auf welche man sie sonst zu beziehen geneigt sein könnte, mangelt eine so weit gehende basische Spaltbarkeit. In den Präparaten des Chloritschiefers zeigen sich schon makroskopisch in grosser Menge winzige schwarze Körnchen, deren Oberfläche bei halb abgeblendetem Licht deutlich metallisch glänzt, wohl zweifellos Magneteisen, dessen Individuen gleichfalls vielfach zerbrochen und zerstückelt sind. Der Rand derselben ist hin und wieder in etwas gelockerte höchst minutiöse Partikelchen (bis zu 0.002 Mm. dick) aufgelöst, welche ganz schwach bräunliches Licht durchlassen, und aus deren Zusammenballung das grössere Korn entstanden scheint.

Sehr feinschuppiger Talkschiefer von Kitzbüchel in Tyrol liefert ein fast farbloses Präparat. Polarisirtes Licht orientirt über die Lagerung

der einzelnen Lamellen, und man beobachtet, dass letztere oft sehr hübsch sternförmig auseinanderlaufen. Immer geht nach den makroskopischen Quarzkörnern zu die sonst regellos verwirrte Gruppirung der Talklamellen allmählig in eine linienförmig geordnete über, und hart um die Quarze erscheint die zierlichste streng radiale Mikrostructur des Schiefers. Aehnlich ist die Stellung der Glimmerblättchen um die Granaten mancher Trappgranulite. Die Quarze, die einzigen accessorischen Einmengungen, sind vielfach von Talkschieferäderchen durchzogen, welche ihrerseits die Streifen und Bänder der Flüssigkeitseinschlüsse im Quarz derart durchsetzen, als ob das letztere Mineral längst vor der Bildung des Talks verfestigt gewesen wäre.

In den Topfsteinen der Schweiz (z. B. Dissentis) sind die Carbonate u. d. M. als grössere krystallinische, vieldurchspaltete Partieen und sehr zahlreiche isolirte Rhomboëder vertheilt.

Die meisten ächten Hornblendeschiefer führen u. d. M. Quarz als wasserklare, wenn auch oft nur spärlich vorhandene förmliche Grundsubstanz, welche das lockere Gewebe der Hornblendesäulen verbindet.

Anhang an die nicht-klastischen Schiefer.

Derselbe befasst eine Anzahl von Schiefern, welche eine Mittelstellung zwischen den vorhin besprochenen krystallinischen und den später anzuführenden klastischen einzunehmen scheinen. Vielfach sind in ihrer Masse grössere fremde Krystalle wie Chiastolith, Ottrelit u. s. w. oder concretionsähnliche Körper enthalten. Geologisch bilden sie zum grossen Theil Höfe um Granitmassivs, Umwandlungszonen, welche nach aussen zu in gewöhnlichen klastischen Thonschiefer verlaufen. Das mikroskopische Studium dieser Schiefer wird dadurch nicht wenig erschwert, dass die verschiedenen Abarten von Glimmer, Sericit, Talk und Chlorit, auf welche hier ein Hauptgewicht fällt, im Gegensatz zu fast allen andern Gesteinsgemengtheilen so arm sind an charakteristischen Unterscheidungsmerkmalen, und dass das nothwendige Auseinanderhalten der etwa nebeneinander vorkommenden wirklich krystallinischen und wirklich klastischen Elemente nur in den seltensten Fällen mit genügender Sicherheit gelingt. Um so grössere Vorsicht ist daher bei dem Versuch erforderlich, das mikroskopische Bild zur Feststellung genetischer Verhältnisse zu verwerthen. A. v. Lasaulx hat Forschungen über die mikroskopische Beschaffenheit einer Anzahl von diesen Gesteinen angestellt [1]).

---

[1]) Poggendorff's Annal. CXLVII. 141. 283. Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 840. Vgl. aber auch die grösstentheils ganz gerechtfertigten Entgegnungen von K. A. Lossen in der Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXIV. 1872. 757.

Ueber die Fleck- und Garbenschiefer von Wesenstein und Wechselburg in Sachsen berichtet v. Lasaulx, dass ihre Hauptmasse ein feinblätteriges Gemenge eines talk- oder glimmerähnlichen Minerals mit kleinen scharfrandigen grünlichen Kryställchen sei, wie sie im Paragonitschiefer (S. 470) vorkommen; hin und wieder ist ein quarziges Cäment dazwischen ersichtlich. Die makroskopischen dunkeln Glimmerlamellen, welche mit schmutzigen schwarzgrünen Zersetzungs-Flecken erfüllt sind, hält er für klastische Elemente. ,,Auch die in einer scheinbar vollkommenen Krystallform auftretenden Concretionen des Fleckschiefers erweisen sich im Dünnschliff als wesentlich durch eine dichtere Anhäufung von Glimmerbruchstücken gebildet, umgeben von diesen dunkeln Flecken und einer gleichmässig braun gefärbten Zersetzungszone. Keine der beobachteten Concretionen zeigte eine individualisirte Mineralmasse oder auch nur Reste einer solchen, die gleiche Masse, die das Gestein bildet, setzt auch die Concretionen ersichtlich zusammen, nur erscheint in ihnen die Gruppirung der einzelnen Elemente, besonders der Glimmerblätter dichter und dadurch die braune Färbung intensiver, die sie von der lichtern Gesteinsmasse abhebt.'' Treten auch an einigen Stellen Krystallformen hervor, so ist doch das Mineral, dem sie einst angehört haben möchten, jedenfalls nun ganz verschwunden, und auf alle Fälle liegen hier eher abgestorbene und verweste Krystalle vor als unentwickelte. Indess sind die meisten dieser Concretionen nur an gewissen Stellen vollzogene stärkere Concentrationen der färbenden Principien; ob man diese aber mit v. Lasaulx auf Risse und Zerklüftungen im Gestein zurückführen soll, dürfte noch fraglich sein.

Der Garbenschiefer von Tirpersdorf bei Oelsnitz verhält sich etwas abweichend von den durch v. Lasaulx beschriebenen. Die Hauptmasse desselben löst sich auf in ein Aggregat von vorwaltenden farblosen Glimmerlamellen, wasserklaren Quarzkörnchen, dunkeln opaken und bräunlich durchscheinenden Partikeln und ölgrünen Blättchen mit starkem Dichroismus, welche zweifellos dem Magnesiaglimmer angehören; der letztere Gemengtheil erscheint auch als millimetergrosse Lamellen. Das ganze Haufwerk sieht sehr krystallinisch aus, ächt klastische Bestandtheile werden nirgendwo beobachtet. Die im Durchschnitt grünlichbraunen garbenförmigen Gebilde sind u. d. M. weiter nichts als jene Hauptmasse des Schiefers, welche innig durch und durch blass ockergelb gefärbt ist. Man erkennt in ihnen durchaus dasselbe Aggregat in demselben Quantitätsverhältniss (vielleicht walten kleinere der schwarzen Körnchen etwas vor), die grossen Blätter des Magnesiaglimmers finden sich darin gerade so wie in der Schiefermasse, ja viele stecken halb in der letztern, halb im Bereich einer solchen Garbe. Damit, dass das Hervortreten der ,,Garben'' in der That hier blos auf einer localen Färbung einzelner Gesteinspartieen beruht, hängt zusammen, dass der äussere, meist etwas dunklere Rand



derselben ganz verwaschen ist, und winzige gelbliche Fleckchen auch sonst in der Schiefermasse zerstreut liegen. Weder an die Umwandlung eines grössern Minerals, wie Fahlunit, Andalusit u. s. w., noch an das Bestreben zur Neubildung eines solchen, noch an eine Erfüllung von Hohlräumen, die etwa durch verwitterte Mineralien entstanden wären, noch selbst an eine eigentliche Concretion gewisser Gesteinselemente ist bei diesen Garben zu denken. — Mehr den ersterwähnten ähnlich ist ein Fleckschiefer von Schneeberg: die dunkelgrauen Flecken, welche in der lichtgrauen Hauptmasse der Präparate hervortreten, sind wirkliche und zwar regellose Anhäufungen einer unbestimmten bräunlichgrauen Substanz, welche sonst nur ganz vereinzelt im Schiefer vorkommt, durchsprenkelt namentlich in der Mitte von sehr zahlreichen dunkeln Körnchen. Die Schiefermasse selbst gewährt aber auch hier einen abweichenden Anblick, als ob viele klastische Partikel daran Theil nähmen.

Die Angaben über die folgenden vier Gesteine gründen sich auf die Untersuchungen v. Lasaulx's.[1])

Beim Knotenschiefer oder Fruchtschiefer von Wesenstein bestehen auch die rundlichen Knoten aus einem feinen talk- oder glimmerartigen Schuppen-Aggregat, worin Punkte, Kügelchen und Häufchen eines tiefschwarzen, völlig undurchsichtigen Minerals (möglicherweise Graphit oder ein wadähnlicher dichter Manganocker) liegen. Diese Substanz färbt auch das ganze Gestein dunkel, und von der mehr oder weniger dichten Anhäufung solcher schwarzer Kügelchen in den Knötchen hängt es ab, ob diese dunkler oder heller erscheinen als die umgebende Masse. Ausserdem finden sich in den Knoten kleine braune regelmässige Blättchen von Glimmer und freilich nur winzige ,,Bruchstücke'', die auf Quarz und Feldspath zurückgeführt werden können. Ob v. Lasaulx darnach mit Recht die ganzen Knoten als fein klastisch-gemengt bezeichnet, erscheint nicht ganz sicher. Um den ziemlich scharfen Aussenrand derselben liegt nun jedesmal, gewissermaassen die Zwischenräume bildend, eine verschieden breite durchaus krystallinische Zone brauner und weisser Glimmerblätter, meist so gestellt, dass ihre Längsrichtung radial zum Knoten-Mittelpunkt gerichtet ist. Auch enthält das Gestein fast glimmerfreie Partieen eines sehr deutlich klastischen Gemenges von Feldspath und Quarzkörnern. — Ein anderer nicht von v. Lasaulx geprüfter Knotenschiefer von Wesenstein ist ein Aggregat von Quarzkörnern (vielfach mit Flüssigkeitseinschlüssen) und braungelben ungestalteten Glimmerschuppen, zwischen denen ebenfalls fein Quarz liegt. Die Knoten liefern im Durchschnitt meist nach einer Richtung langgezogene Fleckchen, welche weiter nichts sind als eine nach aussen hin locker werdende Ansammlung von feinen Stäubchen und Körn-

1) Ebendas. 1872. 844.



chen einer ganz opaken schwarzen Substanz innerhalb jenes Grundgemenges. Letzteres enthält noch etliche trübe graue Partieen, vielleicht zersetzte Feldspathbruchstücke, ist aber sonst ganz krystallinischem Glimmerschiefer ähnlich.

Der Dipyrschiefer von Angoumer in den Pyrenäen ist ein sehr feinblätteriges schuppiges Gemenge eines talkartigen, im Dünnschliff gelblich erscheinenden Minerals, zwischen dessen Partieen aber noch eine einfach lichtbrechende Substanz liegt, die das Ganze gleichmässig zu durchdringen scheint; von klastischen Elementen zeigt sich Quarz, vielleicht auch Feldspath; allseitig zerstreut finden sich die braunen Mikrolithen, wie in den Paragonitschiefern (S. 470). Die matten weissen Dipyr-Krystalle sind nicht homogen, sondern enthalten verschiedene klastische Theile (darunter Quarz), prismatische gelbgrüne Kryställchen wohl von talkiger Natur und wiederum die hier zu grössern Nadeln anwachsenden Mikrolithen, reichlicher noch, als sie die Schiefermasse führt. v. Lasaulx ist deshalb geneigt, die Selbständigkeit des Dipyrs zu bezweifeln.

Auch der Ottrelitschiefer von Ottrez in den Ardennen besitzt zwischen dem krystallinischen Gemenge von zarten Blättchen und gewundenen Fasern eines talk- oder glimmerartigen Minerals eine einfach brechende Masse, die das Cäment sein dürfte. Die Individuen des Ottrelits, welche nicht unter die makroskopischen Dimensionen hinabsinken, scheinen mit hellgrüner Farbe durch und bestehen namentlich im Innern aus etwas abweichend gearteten Blätterlagen; fremde Partikel darin sind vermuthlich zum Theil klastische Elemente von Quarz, vielleicht auch von Feldspath und gehören zum Theil einem stark glänzenden grünlichbraunen Mineral an, dessen prismatische Kryställchen mit pyramidaler Zuspitzung ebenfalls in der Schiefermasse zerstreut liegen.

Die Sericitschiefer von Wiesbaden, von „durchaus klastischer" Beschaffenheit, führen als Grundmasse ein Aggregat zahlreicher Quarzkörnchen und gelblicher oder weisser Lamellen eines talk- oder glimmerähnlichen Minerals, zwischen welchen wiederum noch ein einfachbrechendes Bindemittel hervortritt. Ausserdem erscheinen grössere Quarzstücke und sehr zersetzte, aber doch nach Form und Polarisationserscheinungen noch erkennbare Feldspathe, von denen selbst einige Zwillingsstreifung zeigen. Mit den Feldspathpartieen steht der eigentliche Sericit in deutlichem Zusammenhang, indem feine Lagen dieses grünlichen sehr dünnfaserigen Gemengtheils zwar durch das ganze Gestein verbreitet sind, aber immer Feldspathbruchstücke zonal umsäumend, in deren Spalten eindringend und endlich ganz deren Stelle erfüllend. Ob der Sericit seine mineralogische Selbständigkeit fernerhin bewahren darf, hält v. Lasaulx für zweifelhaft.

Fernere Untersuchungen über die in Rede stehenden Gesteine sind:

v. Lasaulx, Spilosit von Herstein, Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 846.

K. A. Lossen, Spilosit von der Heinrichsburg im Harz, Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXIV. 1872. 746.

F. Z., Schiefer der Pyrenäen, ebendas. XIX. 1867. 196.

C. W. C. Fuchs, ebendar., Neues Jahrb f. Miner. 1870. 852.

Richter, Kuckucksschiefer vom Arolsberg im Thüringer Wald, Zeitschr. d. d. g. G. XXI. 1869. 354.

Von der Mikrostructur der Chiastolithkrystalle in dem darnach benannten Schiefer war schon S. 199 die Rede.

Klastische Gesteine.

Tuffe.

Die Felsittuffe der Gegend von Chemnitz, welche A. Knop so eingehend untersucht hat[1], erfuhren auch eine mikroskopische Partial-Prüfung, indem der nach der Behandlung mit Salzsäure und Schwefelsäure übrig bleibende Rest u. d. M. betrachtet wurde. Bei dem hellen reinfarbigen pelitischen Felsittuff von Niederrabenstein bestand der nach Entfernung des weit vorwiegenden wasserhaltigen Thonerdesilicats erhaltene sandige Rückstand von 7.91 pCt. aus glasähnlichen scharfkantigen Quarzstückchen, gemengt mit undurchsichtigen Körnern, welche im reflectirten Licht grünliche oder grauliche Farbe besassen, etwas zerfressen waren und die grösste Aehnlichkeit mit der Grundmasse gewisser quarzreicher Felsitporphyre zeigten. — Eine möglichst gleichartig beschaffene grünliche Varietät des psammitischen Felsittuffs ergab 25.73 durch Schwefelsäure zersetzbare Theile, welche aus Pinitoid-Substanz[2]) bestanden und einen Rückstand von 72.69 (zusammen 98.42), der vorwaltend aus Quarz gebildet wird; dieser Quarz ist aber hier nicht als Sand vorhanden, sondern als ein grobes zusammenhängendes Gewebe, welches die ganze Masse des Tuffs durchstrickt und, keineswegs grosse Festigkeit besitzend, nass sich nicht unschwer zerdrücken lässt. Der Quarz macht den Eindruck des Zerfressenseins und zeigt hier und da Andeutungen von Krystallisation. Er verhält sich demnach nicht wie ein herzu-geschwemmter Quarzsand, sondern wie ein ausgeschiedenes Kieselsäure-Skelett. Ausser diesem Quarz bemerkt man vereinzelte grössere Tafeln von hoher Durchsichtigkeit und scharfen scheinbar hexagonalen Umrissen, welche wie Glimmer aussehen; ferner einzelne grünliche Sandkörner, welche ganz den Eindruck einer unzersetzten Quarzporphyr-Grundmasse machen (berechnet zu 58.06 Quarz, 6.19 Glimmer,

---

1) Neues Jahrb. f. Mineral. 1859. 532. 671.

2) Pinitoid ist nach Knop ein Umwandlungsproduct des Orthoklases (ein Stadium in der Richtung zum Kaliglimmer) und aus diesem durch Aufnahme von Wasser, Ausscheidung von Kieselsäure und Kali sowie theilweisen Austausch von Eisenoxydul gegen Kali entstanden.

8.44 Feldspath.) — In den grob-psephitischen Tuffen und zugehörigen Conglomeraten (von der Klitschmühle) treten bröckelige und weiche Gerölle auf, welche eine grosse Anzahl von äusserlich oft ungemein scharf krystallisirten, aber weichen und thonigen, innerlich manchmal porös zerfressenen Orthoklasen in sich enthalten; es sind graugrüne Pseudomorphosen von pelitischer Pinitoid-Substanz nach Feldspath; ihr durch Schwefelsäure zersetzbarer Antheil von 64.54 pCt. hat chemisch nahezu die Zusammensetzung des Pinitoids, der Rückstand stellte einen weissen Sand dar, der u. d. M. in lauter Spaltungsformen des Orthoklases erschien, gemengt mit feinen, lamellar zusammengesetzten Tafeln, die alle äussern Eigenschaften des Glimmers besassen. Letzterer ist nach Knop das fertig gebildete Endproduct der Zersetzung.

An den Palagonittuffen hat Rosenbusch sehr ausführliche mikroskopische Untersuchungen angestellt[1]; im folgenden ist versucht, davon einen gedrängten Auszug zu geben.

In dem Dünnschliff des ausgezeichneten Vorkommens vom Weideplatz Seljadalr zwischen Reykjavik und dem Thingvellir-See auf Island, welches fast ganz aus reinem Palagonit besteht, fallen zuerst zahlreiche, unregelmässig begrenzte Durchschnitte von eckigen Körnchen und grössern Brocken auf, die bei einer ledergelben bis kaffeebraunen Farbe absolut indifferent gegen polarisirtes Licht sind. Um dieselben winden sich schmälere oder breitere Bänder einer rothgelben bis morgenrothen Substanz, gewissermaassen Maschen bildend, welche von jenen zuerst erwähnten Partieen erfüllt werden; auch diese Bänder polarisiren das Licht nicht. Oft werden diese beiden Substanzen durch einen opaken ziemlich scharfen Rand gegen einander abgegrenzt, oft aber auch verzweigen sie sich gegenseitig und gehen allmählig in einander über. Sehr häufig finden sich, völlig umschlossen von der ledergelben Masse, opake rundliche bis elliptische Stellen, welche ganz mit jener erwähnten Grenzzone stimmen und wie Kerne von einem morgenrothen Hof umgeben sind. Dieselben opaken Kerne er-

---

1) Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 152—167. Vor Rosenbusch hatte Fischer mit minderm Glück drei Palagonite mikroskopisch untersucht; einer aus Island zeigte im Dünnschliff etwa das Bild eines (verwitternden) basaltischen Gesteins: „farbig polarisirende Nadeln, ölgrüne polarisirende Körner, dann farblose grosse wohlumgrenzte Krystalle (Feldspath?), endlich reichlich eingestreut schwärzliche opake Materie; in mikroskopischen Partikeln dabei nicht polarisirende, getüpfelte, trübgraue Substanz.“ Ebenfalls nicht homogen, sondern aus wenigstens dreierlei Substanzen zusammengesetzt, stellte sich ein Palagonit von Aci reale in Sicilien heraus, nämlich aus einer graugrünen Grundmasse mit eingestreuten ölgrünen Körnern und dunkelbraunen Tüpfeln. Aehnlich ergab es sich bei dem Palagonit vom Beselicher Kopf in Nassau, nur waren dort die dunkelbraunen Stellen oft ordentlich als grössere Krystalle begrenzt und die ölgrüne Masse vorherrschend gegenüber der graugrünen (a. 27).

scheinen aber auch in der rothgelben Substanz und zwar stets an solchen Stellen vorzugsweise und in grösserer Zahl, wo die ledergelben Partieen fehlen oder doch in den Hintergrund treten. Sie lassen bei sehr grosser Dünne eine Art radialfaseriger Structur erkennen, indem von einem Mittelpunkte aus sich zahlreiche haarförmige, oft krummlinige Fasern durch eine fast wasserhelle Materie verbreiten. In den ledergelben Stellen beobachtet man häufig rundliche oder ovale Luftporen, von welchen aus sehr oft eine Umwandlung der erstern sich vollzogen hat: um ihre Ränder ist die Substanz opak geworden und bietet dasselbe Ansehen wie die oben erwähnten Grenzränder; dann geschieht es ferner, dass der Raum der Luftpore mit opaker fester Materie ausgefüllt wird, und so entwickeln sich allmählig durch verschiedene Stadien die frühern Hohlräume in jene oben angeführten und durch die ganze Gesteinsmasse zerstreuten opaken Kerne.

Die rothgelbe Substanz ist nur ein Umwandlungsproduct der ledergelben: die leistenförmigen oder prismatischen Mikrolithen (Plagioklase, Augite und undeutbare Gebilde), welche namentlich in der letztern oft zahlreich gelegen sind, ragen nicht selten aus den ledergelben Fetzen durch die opake Zone in die rothgelben Streifen hinüber; diese letztern enthalten aber nicht mehr als solche kenntliche und unveränderte Hohlräume. Wo die hellrothen Bänder breiter werden und zu ausgedehntern Partieen zusammenfliessen, da findet man in ihrer Mitte absolut wasserhelle structurlose Stellen, welche aus ihnen nach und nach hervorgehend, in keiner Weise scharf gegen sie abgegrenzt sind. Diese farblosen Partieen, welche in weitaus den meisten Fällen ebenfalls nicht polarisiren und nur selten eine an Zeolithe erinnernde radialfaserige Aggregatpolarisation aufweisen, sind demnach ein noch weiter verändertes Umwandlungsproduct des einstmals homogenen ledergelben Glases [1]. Mikrolithen, ursprüngliche oder veränderte Luftporen werden darin nicht gefunden, hin und wieder mögen diese Stellen aber begonnen haben, sich zu büscheligen Zeolith-Aggregaten zu individualisiren. — Sehr selten sind in diesem Palagonit kleine Brocken eines fremden schwarzen feldspathführenden Gesteins, Fragmente und Krystalle von Olivin; Magneteisen ist in der eigentlichen Palagonitmasse nicht vorhanden, auch konnten durch Betupfen mit Säuren Carbonate nicht

[1] Während die Beobachtungen von Rosenbusch völlig bestätigt werden können, dürfte doch die Deutung der farblosen amorphen Stellen als Umwandlungsproducte der ledergelben noch fraglich sein. Hinzugefügt mag werden, dass von den opak gewordenen Luftporen oft allseitig herum feine dunkle gedrehte und gekräuselte Fasern in grosser Anzahl ausstrahlen, welche auch von dem schwarzen Rand, der die ledergelben von den rothen (oder vielmehr gelblichbraunen) Partieen scheidet, auslaufen und sich in das Innere der erstern hineinziehen. Stellenweise ist auch die gelblichbraune Substanz zartfaserig geworden, wobei sich aber noch keine Polarisation einstellt; bei der unversehrten ledergelben kommt diese Faserstructur niemals vor.

nachgewiesen werden. Der vollständigen Zersetzung durch Salzsäure widersteht die ursprüngliche und unveränderte ledergelbe Substanz weit länger, als es bei den farblosen Partieen und den rothgelben Bändern der Fall.

Ein Palagonittuff aus dem District Djampang-Kulon auf Java erwies sich u. d. M. als absolut identisch mit dem compacten Palagonit vom Seljadalr, nur überwiegen die ledergelben Partieen, welche hier auch keine Mikrolithen führen, bedeutend, und die farblose Substanz ist ausnahmslos zeolithisirt, wobei sie sich nur selten als indifferent gegen polarisirtes Licht ergibt. Ueberhaupt kehren nach Rosenbusch die erwähnten Verhältnisse der Mikrostructur mit nur wenig wesentlichen Modificationen bei allen wirklichen Palagoniten wieder, denselben einen sehr charakteristischen Typus verleihend.

So erschien der kraterbildende Tuff von James Island (Galapagos) unter der Loupe zusammengesetzt aus rothbraunen eckigen Palagonitkörnern, verkittet durch eine weisse bis wasserhelle Substanz, wozu sich noch dunkle fragmentare basaltische Bröckchen gesellen. U. d. M. erblickt man, abgesehen von den letztern als die wesentlichsten Bestandtheile ein Gemenge von eckigen, ganz regellos begrenzten rothen bis rothgelben Partieen und eine wasserhelle Substanz, in welcher jene vorwaltend eingebettet liegen. Die rothgelben, auch hier wieder porenreichen und durchaus amorphen Körner zeigen, die Farbe abgerechnet, die grösste Aehnlichkeit mit den ledergelben Partieen vom Seljadalr. Um die Poren erfolgen analoge Umwandlungs-Erscheinungen. Mikrolithen sind in diesen Glaskörnern seltener, dagegen beherbergen sie Plagioklase und zahlreiche Olivine, welche ihrerseits Einschlüsse von rothgelbem Glas besitzen. Die wasserhelle cämentirende Substanz polarisirt hier und ist, durch Säuren leicht angreifbar, wahrscheinlich zeolithischer Natur, indess, wegen der scharfen beiderseitigen Grenzen bei diesem Vorkommniss nicht aus den rothgelben Glaskörnern durch Umwandlung hervorgegangen.

Die Präparate der sicilianischen Palagonitgesteine von Aci Reale und von Militello bestehen zum grossen Theil aus nicht polarisirenden unregelmässig und eckig begrenzten Fetzen wiederum der ledergelben Substanz. Darin dieselben Poren mit ganz ähnlichen von ihnen ausgehenden Umwandlungs-Erscheinungen, hier aber auch stellenweise mit einer delessitartigen Ausfüllung, dieselben oft zahlreichen Mikrolithen, ferner sehr viele Olivine mit Einschlüssen des Glases, Augite in grosser Menge, weniger Plagioklas. Neben den Glasfetzen mit ihren Interpositionen und den auch selbständig vorkommenden Olivinen erscheint noch eine opake graugrünliche Substanz gewissermaassen als Substrat, welche, weil sie in das ledergelbe Glas übergeht und aus diesem Mikrolithen in sie selbst hineinragen, für ein Umwandlungsproduct desselben erachtet wird, welches auch sehr rasch und vollständig gelatinirt. Das in den isländischen und sicilianischen Palago-



niten ledergelbe, in dem von James Island rothgelbe Gesteinsglas fand Rosenbusch mit allen chemischen und mikroskopischen Eigenschaften wieder in den palagonitischen Gesteinen von Gross Russek, Le Puy en Velay, vom Beselicher Kopf und, mit wesentlichen Modificationen, vom Kaulesberg im Habichtswald.

Rosenbusch spricht sich gegen die Annahme von Sartorius von Waltershausen aus, dass palagonitische Substanz das einem hydraulischen Mörtel vergleichbare Erzeugniss einer tiefeingreifenden, meistens submarinen Metamorphose basaltischer Tuffgesteine sei. Er betrachtete dieselbe als ein unmittelbares Product vulkanischer Thätigkeit, als ein basisches, wasserreiches glasiges Gestein, welches allerdings, so weit unsere Kenntnisse reichen, niemals in continuirlichen Strömen zur Eruption gelangte, sondern stets in Form von Aschenauswürfen ausgeschleudert wurde, eine Eigenthümlichkeit, welche vielleicht mit dem hohen Wassergehalt in Verbindung stehe[1]. Die nicht unbedeutenden Veränderungen, welche an den Peripherieen der Glaskörner erfolgt sind, erklären sich durch die leichte Angreifbarkeit der Substanz überhaupt, welche noch vermehrt wurde durch die Structurverhältnisse im Ganzen sowie durch die poröse Beschaffenheit der einzelnen Körner.

Ueber das Vorkommen mikroskopischer Organismen in Tuffen vgl. Ehrenberg's Mikrogeologie S. 36, 37, 298, 349.

Vulkanische Aschen und Sande.

Vergleicht man die mikroskopische Beschaffenheit des sog. vulkanischen Sandes und der vulkanischen Asche von den einzelnen Eruptionspunkten, so erweist sich die immer wahrscheinlich gewesene und durch chemische

[1] Bemerkenswerth ist es immerhin, dass in Island Palagonit sich nur in den Tuffen findet, welche submarin gebildet wurden, und stets da fehlt, wo dieselben auf dem Festland zur Ablagerung kamen. Schwierigkeit verursacht die Frage, warum jetzt nicht mehr Eruptionen solchen Materials vorkommen, während alle andern vulkanischen Erzeugnisse einer so wenig fernliegenden Periode auch in der Gegenwart ihres Gleichen haben. Wie dem aber auch sei, der eigentliche Palagonit scheint in der That eher zu den hyalin- als zu den porodin- amorphen Substanzen zu gehören, wie unsicher auch die Unterscheidungsmerkmale zwischen beiden sein mögen. Ursprünglich amorphe Partikel nimmt übrigens auch schon Sartorius v. Waltershausen in dem Palagonit an, den er zum grossen Theil aus dem Sideromelan, „einem amorphen eisenreichen Labradorit" hervorgehen lässt. Vielleicht der ausgezeichnetste Palagonittuff findet sich an den Küsten des Inselchens Videy im Golf von Reykjavik, ein brauner erdiger Tuff mit selbst haselnussdicken eckigen Brocken eines pechglänzenden muscheligbrechenden, sammtschwarzen Minerals (Palagonit oder Sideromelan). Das letztere wird in dünnen Splittern gelblichbraun, ist ganz frisch und dabei von zahllosen schwarzen Körnchen und Stachelchen durchwachsen, die sich sternähnlich, namentlich aber zu scharf rechtwinkeligen Kreuzchen zusammengruppiren; diese glasige Palagonitmasse gleicht sehr manchen Tachylyten.

Analysen unterstützte Annahme als richtig, dass beide Materialien der Hauptsache nach übereinstimmen und nur durch die Dimensionsgrade der zusammensetzenden Theilchen differiren. Ist auch in der That so die Asche in den allermeisten Fällen nichts weiter als ganz feiner staubähnlicher vulkanischer Sand, so sind dennoch in ihr die um und um ausgebildeten Kryställchen namentlich von Augit wohl entschieden in grösserer Menge als in dem Sande zugegen. Gerade die allerminutiösesten Individuen sind vielleicht die am besten krystallisirten.

Die mikroskopische Untersuchung hat ergeben, dass bei einem Vulkan die ausgequollene erstarrte Lava und der ausgeworfene Eruptionsstaub im Allgemeinen denselben mineralischen Charakter besitzen. Der letztere besteht der Hauptsache nach aus Fragmenten und vollständig gebildeten Individuen derjenigen Gemengtheile, welche gleichfalls in den zugehörigen Laven auftreten. Der Aetna oder die Hekla producirt auch in den Sanden keine Leucite, der Vesuv fast keine Plagioklase.

Wenn man dagegen einerseits die mikroskopische Structur der festen geflossenen Laven und der dieselben zusammensetzenden krystallinischen Gemengtheile, andererseits die Natur und Mikrostructur der von demselben Vulkan gelieferten sand- oder staubähnlichen Auswurfsmassen vergleicht, so ergeben sich doch manchfache Unterschiede: die Bestandtheile der Sande und Aschen scheinen sich nach den bisherigen Ermittelungen[1]) im Gegensatz zu den individualisirten Gemengtheilen und andern Gefüge-Elementen der zugehörigen Laven durch folgende Punkte auszuzeichnen:

1) Durch die absonderliche Anzahl von Glaseinschlüssen in den Krystallen und Krystallfragmenten. In den Aetna-Sanden, welche vorwiegend aus Feldspath- und Augitbruchstücken, aus Glassplittern und Magneteisenkörnern bestehen, strotzen die farblosen triklinen Feldspathe z. Th. von rundlichen und eiförmigen, verschieden gefärbten und mit Bläschen ausgestatteten Glaseinschlüssen, womit auch die flaschengrünen Augite überladen sind; Splitter von 0.05 Mm. Länge erscheinen mit Hunderten kleiner Glaskörnchen vollgepfropft. In den basaltischen und zum Theil auch trachytischen Laven sind sonst die Feldspathe gerade ausgezeichnet durch ihre verhältnissmässige Armuth an Einschlüssen. Die Leucite in den Vesuvsanden erweisen sich ebenfalls überreich an Partikeln von bräunlichem Glas und körnig gewordenen amorphen Einschlüssen. Bei dem Sande von dem Ausbruch des Kloet auf Java (1864) ist die Unzahl der Glaspartikel, welche in den prächtig schichtenförmig gewachsenen Feldspathkrystallen eingelagert sind, wahrhaft staunenswerth; in einem Feldspathstückchen, lang 0.15 Mm., breit 0.12 Mm., übersah man in einer Ebene über 150 einzelne Glaseinschlüsse, die kleinsten nur ein Pünktchen darstellend, in denen aber eine

1) F. Z. im Neuen Jahrb. f. Mineral. 1872. 16.

tausendmalige Vergrösserung noch ein Bläschen von 0.0008 Mm. Durchmesser nachwies. Glaseinschlüsse gibt es hier mit 7 grossen Bläschen. In ganz ähnlicher Weise verhalten sich die Krystallfragmente in dem Eruptionssande von Nea-Kammeni (1866 bei Akrotiri und Mesaria auf Thera niedergefallen). Hier wie dort sind Glaseinschlüsse von demselben Volum in gewissen Feldspathen intensiv gelbbraun, in andern fast farblos, zum Beweise, dass die in diesem Sande vereinigten Feldspathe nicht auch anfänglich schon neben einander aus demselben, sondern aus einem Magma von abweichender Beschaffenheit an verschiedenen Stellen im Krater erstarrten. Die Krystallfragmente in den vulkanischen Aschen und Sanden sind überhaupt gewöhnlich so reich mit Glaseinschlüssen ausgestattet, dass gerade sie sich für das Studium der verschiedenen Beschaffenheit, Gestaltung und Einlagerungsweise dieser Gebilde am allerbesten eignen.

2) Durch das ausserordentliche Erfülltsein der Krystalle mit fremden Individuen. Die Augite und Leucite in den Sanden und Aschen des Vesuvs enthalten z. B. ungemein viele fremde Mikrolithen, die farblosen Feldspathe der feinen Aetna-Sande werden in höchst reichlichem Maasse durch grüne dünne nadelförmige Augite und schwarze Magneteisenkörner verunreinigt, welche sogar mitunter ihrer Masse nach darin entschieden überwiegen.

3) Durch das beträchtliche Vorherrschen von Glassubstanz, welche selbständig als hyaline Scherbchen und Partikel in der Masse der Sande und Aschen auftritt. So erscheint z. B. in den Aetna-Sanden eine grosse Menge von winzigen Scherbchen eines schön braunen, zwischen den Nicols sich ächt amorph verhaltenden Glases, während sowohl eigentliche hyaline Laven unter den geflossenen Producten des Aetna bekanntlich nicht vorkommen, als auch die Dünnschliffe der gewöhnlichen Laven zwischen den krystallinischen Gemengtheilen fast gar keinen Glasteig oder eingeklemmte Glassubstanz als Ueberbleibsel des Schmelzflusses erkennen lassen. Auch in den Vesuv-Sanden fällt wiederum diese charakteristische aussergewöhnliche Menge von glasigen Partikeln auf, welche, braungefärbt, bald ganz rein und homogen sind, bald in sich eine Anzahl um und um ausgebildeter Kryställchen, hier namentlich von Leucit und Augit, auch wohl Feldspathleistchen ausgeschieden enthalten. Von der Kleinheit solcher Kryställchen mag man sich dadurch einen Begriff machen, dass in einem 0.01 Q.-Mm. grossen Glasfetzen 42 einzeln individualisirte Leucitchen, und zwar fast sämmtlich in einer Ebene liegend, gezählt werden konnten. Andererseits findet sich diese Glasmasse durch Ausscheidung unendlich winziger rundlicher Körnchen von dunkler Farbe halb entglast; diese Körnchen scheinen ein eisenreicheres Glas zu sein (S. 273), womit dann zusammenhängt, dass die sie enthaltende homogène hyaline Masse allemal lichter gefärbt ist, die dunklern Glasscherben dagegen immer rein und frei von

ihnen sind. Eine ähnliche Körnelung des Glases kommt innerhalb der spärlichen Glasstellen der festen Vesuvlava nicht vor. Hin und wieder sind es auch nicht sowohl runde Körnchen als längliche oder spitze Keulchen, ebenfalls von dunkler Farbe, welche als Devitrificationsproducte auftreten und sich oft ährengleich an einander gruppiren. Solches Körnigwerden des Glases ist übrigens ein höchst localer Process: Splitter von 0.2 Mm. Länge sind an dem einen Ende klares und reines Glas, an dem andern Ende durch die erwähnten Körperchen stark entglast. In den Vesuvsanden werden um und um ausgebildete kleine Leucite oft mit einer dünnen Glashaut umhüllt, oder es hängt daran ein schwanzartig ausgezogener gelbbrauner Glasfetzen, ein beim Fortreissen kleben gebliebener Theil des Schmelzflusses. Auch an den kleinern langnadelförmigen Augitkryställchen haften thränenähnliche Tropfen porösen Glases, die in ihrem einstmals zähflüssigen Zustand oft deutlich an dem Nädelchen etwas hinabgeglitten sind.

In dem bei Mesaria auf Thera (bei Santorin) niedergefallenen aschenartigen Eruptionsstaub walten ebenfalls neben Feldspath- und Hornblendesplittern entglaste hyaline Theilchen vor, welche auch in dem javanischen Sande vom Kloet recht reichlich vorkommen.

4) Durch die ungewöhnliche Menge von leeren durch Gase und Dämpfe erzeugten dunkelumrandeten Poren sowohl in den Glasscherben als in den Krystallen. Die Feldspathe, Leucite, Augite und Hornblenden erscheinen damit in einer Weise durchzogen, wie man es bei den als Gemengtheile fester Laven auftretenden Krystallen dieser Mineralien höchst selten oder niemals gewahrt.

5) Durch die eigenthümlichen lockern oder festern Flöckchen und Häufchen zusammengeballter Mikrolithen, insbesondere von Augit und Magneteisen. Diese zarten Aggregate von mit einander verwobenen unendlich winzigen Mikrolithen, zwischen denen, wie es scheint, kein verbindender Glasteig sitzt, stellen Gebilde dar, denen man namentlich in den Aschen der Vulkane alle Augenblicke begegnet. Wo ihr Gewebe sehr innig, sind diese Körperchen oft fast ganz opak, aber an den immer rauhen, nicht scharfgezogenen Umrissen stehen die kleinen Augitnädelchen borstenförmig und stachelig hervor, und man kann selbst die nahezu ganz impelluciden dadurch leicht von den Magneteisenkörnern unterscheiden. Auch dies sind Producte der Verfestigung einer geschmolzenen Masse, wie sie innerhalb der geflossenen Laven nicht eben häufig auftreten. In der Vesuvasche, gefallen vom 23. Dec. 1861 bis zum 2. Jan. 1862 finden sich 0.003 Mm. breite und ebenso lange Stäubchen, bestehend aus einem Dutzend zusammengeballter kurzborstiger Augitmikrolithen. Eine Asche von Pozzuoli enthielt die Augitmikrolithen in besonderer fast vorwaltender Anzahl vertreten. Ausser den lediglich aus ihnen bestehenden lockern Klümp-

chen sind die Fragmente grösserer Augitkrystalle mit diesen nadel-, stachel- oder keulenähnlichen Miniaturindividuen förmlich gespickt, die farblosen Leucite strotzen davon, die Glasscherbchen führen dieselben in dicht wimmelnder Unzahl. Um grössere Augitkrystalle haben sich Hunderte derselben bartförmig angesetzt, und namentlich zierlich sieht es aus, wenn jene halb aus diesem Borstenüberzug hervorragen. Seltsam ist es, wie so zarte Dinge in solcher Feinheit erhalten werden konnten.

Auch in den Aschen der Hekla und des Aetna, ferner z. B. in einem feinen vulkanischen Sande von Durtol bei Clermont in der Auvergne, welcher dort auf Geröllen lagert und selbst von der Pariou-Lava bedeckt wird, kommen die an Magneteisen mitunter reichen Augitmikrolithen-Häufchen recht häufig vor, und sitzen staubähnlich angeflogene grüne Augitpartikelchen an den grössern mikroskopischen Krystallen. In jenem Auvergner Sande erkannte v. Lasaulx ausser dem weissen, matten und rissigen Feldspathbestandtheil isolirte Glaspartikel, grüne Körner und krystallinische Fragmente von Augit, Magneteisen, Hornblende in braunen oder schwarzen undurchsichtigen (?) Nadelbruchstücken, vereinzelte sechsseitige Glimmertäfelchen und kleine runde Körnchen von blauem Hauyn[1]).

Die ganz feinen Aschen des Aetna erweisen sich namentlich reich an den allerkleinsten, an beiden Enden auskrystallisirten und wohlgebildeten blassgrünen Augitchen, wie überhaupt in so vielen Aschen der Vulkane gerade die winzigsten, einzeln kaum sichtbaren oder stäubchenartigen Partikelchen die besten Kryställchen darstellen. Hier finden sich die zierlichsten modellgleichen Augitchen von 0.01 Mm. Länge und 0.0025 Mm. Breite, oftmals mit Magneteisenkörnchen angeflogen, die bei stärkster Vergrösserung nur wie feine Pünktchen erscheinen. Kleine sechsseitige blutroth durchscheinende Täfelchen von ca. 0.018 Mm. Durchmesser scheinen Eisenglanz zu sein.

Unter den Krystallfragmenten in den Vesuv-Sanden haben farblose Leucite und meistens grünlich gefärbte Augite das Uebergewicht. Hin und wieder gewahrt man an einem Leucitfragment einen Theil von dem System zonen- oder ringförmiger Einhüllung fremder Körperchen, wodurch dieses Mineral bekanntlich ausgezeichnet ist; etliche Splitter führen auch die eigenthümliche Streifenpolarisation (S. 152) vor. Daneben vermisst man nicht Fragmente von Sanidin und im polarisirten Licht buntliniirtem Plagioklas, ja es kommen solche vor, welche, im gewöhnlichen Licht farblos, zwischen den Nicols das bleiche Blau und schwache Gelb zeigen, wie es die Nepheline der festen Laven aufweisen.[2])

---

[1]) Neues Jahrb. f. Mineralogie 1871. 686.

[2]) Mehr als verwunderlich klingt die Angabe Gladstone's, dass die Vesuvasche von 1872 ein Gemenge von Quarz und Magneteisen sei (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1872. 815).

Die schmutzig bräunliche Farbe etlicher Vesuv-Aschen scheint davon herzurühren, dass in diesen fast gar kein farbloser Leucit vorhanden, dagegen ein beträchtliches Vorwalten von Augittrümmern, Augitkryställchen und Augitmikrolithen-Häufchen zu bemerken ist, welche aber nicht, wie sonst der Fall, grünlich, sondern lichtbräunlich gelb sind; auch bedeckt wohl eine dünne Ockerhaut die Magneteisenpartikelchen. Vielleicht wurde beides durch eine Oxydirung des Eisengehalts, sei es noch innerhalb des Kraters, sei es während des Fluges durch die Luft, hervorgebracht. Uebrigens ist viel Magneteisen in ihnen zugegen, desgleichen körnig gewordenes braunes Glas. Die auffallend lichte Färbung mancher vulkanischer Aschen, z. B. des Vesuvs, stammt, wie es scheint, in vielen Fällen von der grossen Menge der darin vorhandenen staubartigen Glastheile her; bekannt ist, dass rabenschwarzer Obsidian fein gepulvert eine ganz helle Farbe annimmt, und überhaupt dunkle Mineralsubstanzen im fein zerriebenen Zustande viel lichter aussehen.

Ueber die Zusammensetzung der vulkanischen Sande von Santorin, sowie derjenigen des javanischen Vulkans Kloet hat Vogelsang genaue Untersuchungen angestellt [1].

Die vorstehend angeführten Verhältnisse und Unterscheidungspunkte dürften es wohl fordern, Sand und Asche für etwas anderes als für im Krater zerkleinerte und zertrümmerte bereits festgewordene Lava zu erachten. Hier scheint in der That eine abweichende Erstarrungsweise desselben geschmolzenen Magmas vorzuliegen. Der Reichthum sowohl an selbständiger als von den Krystallen eingeschlossener Glasmasse, die abwechslungsvolle gegenseitige Umhüllung der Krystalle, die Unzahl der leeren Hohlräume deuten gewiss auf eine besonders beschleunigte Erstarrung, man möchte sagen auf eine stürmische Krystallbildung unter heftiger Dazwischenkunft von Gasen und Dämpfen. Diese physikalischen Verhältnisse stehen in der Mikrostructur der Bestandtheile mit deutlich lesbaren Zügen geschrieben.

Es ist offenbar, dass die hier versuchten Feststellungen der einen alten schon von Menard de la Groye und Moricand ausgesprochenen Ansicht über die Entstehung von Asche und Sand zur wesentlichen Unterstützung gereichen, gemäss welcher die noch flüssige oder halbflüssige Lava durch die Dampfexplosionen, die sich stossweise durch sie Bahn brechen, förmlich zerstäubt werde (in ähnlicher Weise, wie das aus einem Gewehr abgeschossene Wasser in ausserordentlich feine Tröpfchen sich auflöst) und alsdann zu einem Steinstaub erstarre [2].

---

[1]) Philos. d. Geologie. 176.

[2]) Mit diesen und den folgenden Ergebnissen stimmen auch die Untersuchungen Scacchi's überein, welche er später bezüglich der Vesuvasche von 1872 angestellt hat

Die Krystalle und namentlich die glaskornreichen Individuen in Sand und Asche sind gewiss schon als feste Körper aus dem Krater ausgeworfen worden und nicht erst während des Weges durch die Atmosphäre als solche entstanden. Man müsste sonst annehmen, dass ein solches selbständiges Projectil von vorn herein eine chemische Zusammensetzung besessen habe, welche bald die Verfestigung zu Leucit, bald zu Augit oder zu Feldspath oder Magneteisen gestattet hätte. Die Masse, welche der Zerstäubung anheimfiel, mag somit einen Schmelzfluss dargestellt haben, in welchem die Krystallausscheidung bereits begonnen hatte. Das erweisen auch die so oft an den Enden der Krystalle im Sande klebenden tropfenähnlichen Glaspartikel, in denen man nichts anderes als mitgerissene anhaftende Theile des Schmelzflusses erblicken kann. Die im geschmolzenen Zustande ausgestossenen Fetzchen des Magmas werden dann, während des Fluges durch die Luft rasch erstarrend, die selbständigen reinen oder halbentglasten Glastheile geliefert haben. Auch die Mikrolithenhäufchen dürften als winzige Partikelchen noch nicht verfestigter Lava ausgeschleudert worden sein und kaum als zerkleinerte erstarrte gelten können.

Hin und wieder enthalten vulkanische Auswurfsstoffe auch mikroskopische Organismen. Allgemeines darüber vergl. bei Ehrenberg in den Monatsber. d. Berl. Akad. 1844. 329. So fanden sich dieselben z. B. in vulkanischer Asche aus Surakarta, Java, vom 12. Apr. 1850 (Mikrogeol. 180), grauem Sandauswurf und grauer Asche des Merapi-Vulkans auf Java von 1849 (Mikrog. 181), röthlichgrauer vulk. Asche vom Imbaburu in Quito (Mikrog. 343), auf Barbados gefallenen staubartigen Aschen vom Vulkan der Insel St. Vincent (Mikrog. 358).

Sandsteine.

Ueber die mikroskopische Structur des unter dem Coral-rag (Middle Oolithe) lagernden kalkigen Sandsteins (Calcareous grit) von der Küste Yorkshire's, welcher viele in Achat verwandelte Molluskenschaalen enthält, stellte Sorby Untersuchungen an[1]). Behandelt man eine Portion davon in Salzsäure, so erhält man eine (unreine) kalkige Materie in Lösung und ausser jenen Muscheln einen sandähnlichen Rückstand, welcher aber u. d. M. sich nicht als Quarzsand zu erkennen gibt, sondern aus kleinen nierenförmigen Achat-Körperchen besteht. Diese Körperchen sind bald fast rein kugelig, bald eiähnlich, bald ächt nierenförmig und messen von $\frac{1}{150}$—$\frac{1}{400}$ (0.17—0.063 Mm.), im Mittel $\frac{1}{200}$ Zoll. Die Mikrostructur derselben wird am besten sowohl an Dünnschliffen als an den isolirt in Canadabalsam ein-

(Rendiconto della R. Accad. d. sc. di Napoli, Agosto 1872; im Auszug mitgetheilt von Rammelsberg, Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXIV. 1872. 545).

[1]) Quart. Journ. of the geol. Soc. VII. 1851. 1.

gebetteten beobachtet. Oft besitzen sie eine Schichtenzusammensetzung wie grosse Achate, mitunter mit einem hohlen oder von homogenem Achat ausgefüllten Raum im Innern. Sehr häufig bestehen dieselben nierenförmigen Gebilde auch nicht aus Achat, sondern aus Kalkspath, oder beide Mineralsubstanzen betheiligen sich an ihrem Aufbau, wobei sie durch das polarisirte Licht gut von einander unterscheidbar gemacht werden. Bei einem von grössern Schaalen freien Dünnschliff zählte Sorby auf $\frac{1}{280}$ Quadratzoll Oberfläche 40 dieser Körper; auf einen Quadratzoll Oberfläche ergibt dies 11200 und ihren mittlern Durchmesser zu $\frac{1}{200}$ Zoll (0.126 Mm.) angenommen, würden $2\frac{1}{4}$ Million von ihnen in 1 Kubikzoll des Calcareous grit vorhanden sein (die rein aus Kalk bestehenden einbegriffen, würde sich diese Zahl wohl auf 3 Millionen erhöhen). Wegen der Regelmässigkeit ihrer Form, ihres Verhaltens gegen polarisirtes Licht, ihrer Achatstructur, ferner wegen ihres milchweissen Aussehens und ihres jeweiligen Kalkspathgehalts können diese Gebilde nicht Partikel von Quarzsand sein, ebensowenig dürfen sie als oolithähnliche Concretionen gelten; Sorby macht es aus verschiedenen Gründen wahrscheinlich, dass dieselben das Innere kleiner Muschelschaalen darstellen, welches mit kieseligen und kalkigen Infiltrationen erfüllt wurde, wie es auch bei den Kammern der in demselben Gestein befindlichen grössern Ammoniten geschah, und er ist zu dem Glauben geneigt, dass dieselben vielleicht ursprünglich Foraminiferen angehört haben, obschon eine Kammertheilung nicht daran erkannt werden konnte. Ausserdem beobachtete Sorby in dem durch Säuren unlöslichen Rest winzige, ebenfalls silicificirte zoophythenähnliche zellige Körperchen und zahlreiche Spiculae von Spongien.

Ehrenberg hat dargethan, dass die Glaukonitkörner der Grünsande sehr häufig die Formen der Steinkerne von Foraminiferen-Schaalen besitzen [1]. Die Steinkerne wurden dadurch gebildet, dass die Foraminiferen-Schaalen (Rotalinen, Textilarien, Nodosarien u. a.) von der Glaukonitsubstanz ausgefüllt und später aufgelöst wurden; den wohlerhaltenen Kernen mengen sich Trümmer und Splitter derselben bei. Das grüne Eisensilicat des Glaukonits ist nur einfach lichtbrechend, folglich im amorphen opalartigen Zustande, wie die Kieselsäure der Diatomeenpanzer. In manchen Fällen liegen dann wohl auch Trümmer und Körnchen von doppelt brechendem Quarz dazwischen, welcher andern Ursprungs ist. Jene Glaukonitkerne füllen bald die Zellen vollständig aus, und es bleiben dann alle in eine Schaale gehörigen Zellenkerne mittelst kleiner, den Zellen-Foramina entsprechender Stäbchen und Häkchen mit einander in Verbindung — bei

---

[1] Beitrag zur Kenntniss der Natur und Entstehung des Grünsandes. Monatsber. d. Berl. Akad. 1854. 374. 384. — Ueber den Grünsand und seine Erläuterung des organischen Lebens. Berlin 1856.

leiser Berührung zum Zerfallen geneigt —, oder sie haben sich in der That auch schon von einander getrennt, wobei die einzelnen durch eben jene Stäbchen und dünnen Anhängsel sich von andern Kieselkörperchen unterscheiden. Bald sind es aber auch nur hohle und selbst blos theilweise Incrustationen der Foraminiferen-Zellen. Diese Körper liegen in einem spärlichen Kalkcäment eingebettet, nach dessen langsamer Auflösung mittelst sehr verdünnter Salzsäure sie vollends leicht auseinanderfallen (wenn man die grössten Stückchen zuvor behutsam zerdrückt hat) und, nach vorhergehender Ausstissung in Canadabalsam eingetragen, bei stärkerer Vergrösserung deutlich sichtbar werden. So fand Ehrenberg z. B. zusammengesetzt:

Untersilurischen, obersilurischen und devonischen Grünsand der Umgegend von St. Petersburg[1]). Lockern und festen Grünsand des mittlern Jura bei Moskau; Neocomien von Lales, Dep. du Var; Gault von Escragnolles, Dep. du Var; Lower Greensand von Handfast Point, Swanage Bay, England; Upper Greensand von Haldon Hill bei Exeter, Campton Bay und Swanage Bay; »Chloritkalk« des Pläners von Werl, Westphalen; Grünsand unter dem Zeuglodon-Kalk von Alabama[2]); Nummulitenkalk von Traunstein, Bayern und von Monfort, Dept. des Landes; Glauconie tertiaire von Pierre Laie bei Paris und Pontoise, Frankreich; Tertiären Grünsand von Wester-Egeln, Hannover. Auch eine Art röthlich-hellbrauner »Kreide«, welche in Alabama vorkommt, besteht aus Foraminiferen-Kernen von gelblichem, bräunlichem und korallenrothem Eisensilicat, welches sich erst an den Wänden der Zellen absetzt und diese zuletzt ganz erfüllt.

Ehrenbergs Beobachtungen über die Entstehung des Grünsandes verschiedener Formationen wurden durch Bailey bestätigt[3]).

Auch der gegenwärtige Seegrund zeigt an manchen Orten ganz dieselbe Zusammensetzung, wie die nähere Prüfung eines schwarzen Grundsandes mit Globigerina aus dem Golfstrom (150 Faden Tiefe in 31° 32′ Br., 19° 35′ L.) aus dem Golf von Mexico beweist, wo die Sandkörner nichts

---

1) Monatsber. d. Berl. Akad. 1858. 295. 324; u. 1862. 599.

2) Ebendas. 1855. 86. 172. Darin sind besonders die Verbindungsöffnungen zwischen den Kammern, welche man durch kein künstliches Präparat so veranschaulichen könnte, ausgezeichnet abgegossen. „Diese Kerne führen so zu einer genauern Kenntniss der Schaalen, worin sie entstanden sind, als diese Schaalen selbst".

3) Ausser den Foraminiferenkernen kommen in den dieselben enthaltenden Kalksteinen auch noch grüne, rothe oder weisse Abgüsse feiner anastomisirender Röhrchen vor, wie sie etwa durch die von Cliona gemachten Aushöhlungen hervorgebracht werden. Aus Foraminiferen und den Cliona-artigen Körpern bestanden mehr oder weniger reichlich: Gelblicher Kalkstein der New-Jersey'er Kreideformation vom Mullica-Hill und Mount Holley; Kreidegesteine von West-Texas; Kalkstein von Selma, Alabama; eocäner Kalkstein vom Drayton Hill bei Charleston, Süd-Carolina; gelblicher eocäner Kalkstein von Nord-Carolina; Kalk mit Ostrea sellaeformis aus Süd-Carolina.

weiter als verschiedenfarbige Kammerkerne von Foraminiferen sind und mit kleinen Mollusken, ästigen Röhrchen u. dgl. gemengt vorkommen[1].

An manchen Punkten im mittlern Westdeutschland und im Thüringer Walde ist der Sandstein im Contact mit dem Basalt prismatisch in mehr oder weniger dicke Säulen abgesondert und in der Weise metamorphosirt, dass eine dunkle firnissähnliche glasige Substanz als kleine Partieen oder reichlich in demselben erscheint, welche besser im Dünnschliff u. d. M. als am Handstück hervortritt. Die bisherigen Untersuchungen dieser umgewandelten Sandsteine wurden namentlich an den Vorkommnissen von Ober-Ellenbach in Niederhessen und vom Oetzberg (s. ö. von Darmstadt) angestellt[2]. Die Zwischenräume zwischen den eckigen und rundlichen farblosen Quarzkörnern dieser Sandsteine, welche vielfach von Sprüngen durchzogen werden, sind erfüllt mit einer bräunlichen dunklern oder lichtern ächt glasigen Materie von einfacher Lichtbrechung. Diese amorphe Substanz ist indessen kein reines Glas, sondern es haben darin verschiedene mikroskopische krystallinische Ausscheidungen stattgefunden. Wohl am häufigsten liegen darin kleine fast farblose Kryställchen, welche nach ihrer Lage bald ein Rechteck (nicht über 0.015 Mm. lang), bald ein Quadrat, bald ein Sechseck darstellen und vermöge ihres optischen Verhaltens dem hexagonalen System angehören; hin und wieder sieht man in dem ganz hellen Glas das durchsichtige sechsseitige Säulchen, wenn es schief steht, seinem ganzen Umfange nach. Wo das Glas lichter ist, finden sich diese winzigen scharfbegrenzten Gebilde, welche vielleicht als Nephelin zu deuten sind, in fast wimmelnder Anzahl und nahezu sämmtlich gleich gross, spärlicher in den dunkelbraunen Glasflecken. In den fast farblosen Glaspartieen liegen gern viele dünne und lange belonitische Nädelchen, meist an den Enden pfriemenähnlich in Spitzen ausgezogen; hier vereinzelt, dort zu Haufen oder Strängen zusammengedrängt, zu flockenartigen Büscheln, Fächern, Sternen aggregirt, dort in solcher Menge und so dichtem Gewebe ausgeschieden, dass anstatt des Glases eine verworren-faserige Masse erscheint. Die dunklern Glasflecken dagegen beherbergen vorwiegend ein anderes Entglasungsproduct, lange, grünliche oft schilfig gestreifte Säulen und Nadeln, meist durch Quersprünge in Glieder getheilt und häufig an den Enden gabelartig dichotom, möglicherweise der Hornblende angehörend; derlei Nadeln durchwachsen einander zu zierlichen sternförmigen Gruppen. Dass die Glasmasse zwischen den Quarzkörnern des Sandsteins in Bewegung gewesen sein muss, erweisen manchmal offenkundig die schönen Fluctuationserscheinungen der aus diesen Mikrolithen, namentlich den farblosen,

---

1) Proceedings of the Boston soc. of nat. hist. V. 864. Silliman amer. journ. 1856. XXII. 280. Annals and mag. of nat. hist. (2) XVIII. 1856. 425.

2) F. Z., Neues Jahrb. f. Mineral. 1872. 7.

gebildeten Stränge. Auch kommen wohl noch schwarze fadenförmige trichitenähnliche Gebilde vor, welche meist um ein schwarzes Körnchen wie Spinnenbeine herumsitzen. Auffallend ist die grosse Menge von leeren rundlichen oder eiförmigen dunkelumrandeten Poren, welche in dem Glas enthalten und vielleicht durch die aus dem Sandstein ausgetriebene Feuchtigkeit entstanden sind.

Aehnliche verglaste Sandsteine erscheinen nach Möhl am Wildenstein bei Büdingen, am Stoppelsberg bei Hünfeld, am Schwarzbiegel (n. w. Habichtswald), am Steinberg bei Breuna, Baunsberg bei Cassel, Calvarienberg bei Fulda [1]. H. Fischer bezeichnet derartige Vorkommnisse nur als angebliche Sandsteine und hält sie für wirklichen Perlit [2]. Dass die oben erwähnten Massen wirkliche Sandsteine sind, welche Glas in sich enthalten, ist abgesehen von der Beschaffenheit der ganzen Stücke durch die mikroskopische Analyse der Präparate nicht mehr zweifelhaft.

Was die Entstehung des Glases im Sandstein anbelangt, so könnte man glauben, dass der homogene Basaltfluss zwischen die Quarzkörner des angrenzenden oder eingeschlossenen Sandsteins eingedrungen oder förmlich davon aufgesogen worden sei. In diesem Falle würden wir in dem Glas die hyaline Ausbildung des Basalts, wie sie im Tachylyt erscheint, oder denjenigen Glasteig zu erblicken haben, der u. d. M. in so vielen Basalten nachweisbar ist. Allein, damit das geschmolzene Basaltmagma zwischen die Quarzkörnchen des Sandsteins, dessen feine Fugen völlig ausfüllend, injicirt werden konnte, wäre ein enorm hoher Druck und ein unglaublicher Grad von Dünnflüssigkeit nothwendig gewesen. Zudem stimmt das Glas, wenn auch seine eigentliche Substanz höchst ähnlich ist, dennoch bezüglich der darin enthaltenen mikroskopischen Ausscheidungsproducte weder mit dem Tachylyt noch mit dem hyalinen Grundteig der Basalte so recht überein. Und kochende Salzsäure vermag, selbst lange Zeit einwirkend, an dem gepulverten glasführenden Sandstein keinerlei Bildung von Kieselsäure-Gallert hervorzurufen [3], während der Tachylyt und das Basaltglas bekanntlich sehr rasch gelatiniren. Da demzufolge ein anderes kieselsäurereicheres Glas als der Tachylyt hier vorzuliegen scheint, so empfiehlt sich mit Rücksicht auf die obigen Erwägungen mehr die andere Ansicht, dass das Glas entstanden sei durch die Schmelzung der eisen- und kalkhaltigen Thon-

---

1) Verhandl. d. geol. Reichsanstalt 1871. 259. Tageblatt der Naturforscher-Versammlung zu Rostock. 1871. 96. Die hier gemachten kurzen Mittheilungen stimmen durchaus mit dem Vorstehenden überein.

2) Neues Jahrb. f. Mineralogie 1865. 717. Verhandlung. d. geol. Reichsanstalt 1872. 43. — F. Z. ebendas. 1872. 92.

3) Dies wurde auch von Fischer bestätigt, wornach die von Möhl wohl ohne vorhergegangene Versuche geäusserte Ansicht, das Glas im Sandstein sei „ächter Tachylyt", zu corrigiren ist.

theilchen innerhalb des einer grossen Hitze ausgesetzt gewesenen Sandsteins, dessen Quarzkörner dabei bis auf die erhaltenen Sprünge unversehrt geblieben sind. Unterstützt wird diese Meinung dadurch, dass gerade das vorwaltende Ausscheidungsgebilde in dem Oetzberger Sandsteinglas mit demjenigen innerhalb eines einstmals erzeugten künstlichen Schmelzproducts von Thon und Quarz [1]) vollständig übereinstimmt.

Thonschiefer.

Die mikroskopische Untersuchung der Dünnschliffe von Thonschiefern und Dachschiefern [2]) der silurischen und devonischen Formation, herstammend u. a. von Caub am Rhein, Müllenbach bei Cochem an der Mosel, Montjoie, Wissenbach in Nassau, Olpe und Brilon in Westphalen, Saalfeld, Schleiz, Lischwitz bei Gera in Thüringen, aus dem Göltzschthal und von Lössnitz in Sachsen, Goslar, Stolberg und Lauterthal im Harz, Plymouth in England, lieferte das unerwartete Ergebniss, dass diese Schiefer nicht, wie man bisher glaubte, blos aus klastischen und dialytischen Gesteins- und Mineralelementen bestehen, nicht lediglich den erhärteten feinst zerriebenen Schlamm präexistirender Felsarten darstellen, sondern dass sie mikroskopische, krystallinische und krystallisirte Gemengtheile in sich enthalten, welche zwar mitunter nur in minderer Menge vorhanden sind, sehr oft aber auch sogar die hauptsächlichste Rolle bei der Zusammensetzung dieser Schiefer spielen. Präparate von Schiefern aus sehr entfernten Landstrichen weisen dabei oftmals eine solche Aehnlichkeit der mikroskopischen Structur und Zusammensetzung auf, dass man selbst nach langen vergleichenden Studien die einzelnen Vorkommnisse ohne Zuhülfenahme der Etiquette nicht von einander unterscheiden kann.

Die in den Schieferpräparaten bei einer Vergrösserung von ca. 400 am meisten ins Auge fallenden, ächt krystallinischen Gebilde sind gelblichbraune Nadeln von grosser Dünne; selten über 0.003 Mm. dick und dann deutlich durchscheinend, werden sie oft so schmal, dass ihre beiden Längsränder in einen einzigen, selbst bei stärkster Vergrösserung haarfeinen schwarzen Strich zusammenzufallen scheinen; die Länge erreicht bisweilen 0.03 Mm. Diese Krystallnadeln sind gewöhnlich gerade gezogen, doch kommen auch Biegungen und selbst hakenförmige Krümmungen sowie anderweitige Verkrüppelungen derselben vor. Häufig ist auch die Vereinigung von zweien, dreien oder mehrern zu gabelartigen oder sternähnlichen Aggregaten, oder es haben sich an die Enden dickerer Nädelchen mitunter ganz dünne wie feine Zäckchen angesetzt. Etwas kräftigere Individuen in überhaupt an diesen Gebilden reichen Schiefern werden wohl zunächst

---

1) F. Z., Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. XIX. 1867. 764.

2) F. Z., Poggendorff's Annal. CXLIV. 1871. 319.

von einer Zone farbloser Substanz (wahrscheinlich Quarz) wie von einem Hof umgeben.

Diese Krystalle sind, wie die nach den Spaltungsflächen angefertigten Präparate lehren, fast alle der ursprünglichen Schieferungsebene parallel gelagert (ähnlich den Hornblendesäulchen der Hornblendeschiefer), durchsetzen dieselbe nicht etwa unter einem Winkel; ihre Längsaxen indessen weisen — abgesehen von den Gesteinen mit deutlicher Fältelung — keinerlei Parallelismus, keinerlei sog. Streckung auf: wirr und bunt sind sie nach allen verschiedenen Richtungen in der Ebene solcher Dünnschliffe hindurchgestreut, hier lockerer und spärlicher, dort in förmlich wollflockenähnlichen dunkeln Haufwerken inniger und zahlreicher zusammengruppirt. Deshalb erscheinen auch in vielen sonst gleichmässig dicken Dünnschliffen bei sehr schwacher Vergrösserung hellere nadelärmere und dunklere, daran reichere kleine Stellen. Aber an den meisten Thonschiefern nehmen sie überhaupt in so hervorragender Weise Antheil, dass es in der That von ihnen wimmelt, bei starker Vergrösserung vielleicht am besten vergleichbar kurz zerschnittenen oder zerhackten dunkelblonden Haaren, welche man reichlich über eine Fläche hin ausgestreut hat. Die dunkle Farbe der meisten Thonschiefer wird in erster Linie durch diesen krystallinischen Gemengtheil hervorgebracht.

Ueber die eigentliche Natur dieser Krystalle lässt sich wegen ihrer Winzigkeit vorderhand nichts feststellen; dieselben gleichen langen und schmalen, oben und unten rundlich zugespitzten Cylindern; die kräftigern polarisiren aber ganz entschieden zwischen den Nicols. Wenn es überhaupt gestattet ist, diese Mikrolithen mit einem makroskopisch bekannten Mineral zu identificiren, so möchte vielleicht die Annahme, sie gehörten der Hornblende an, am nächsten liegen, doch muss dies vorläufig eine Vermuthung bleiben, welche durch keinerlei wesentliche Gründe gestützt erscheint. Jedweder Gedanke, dass diese Körper etwa splitterige Bruchstücke eines mechanisch zertrümmerten früher bestehenden Minerals seien, ist vermöge ihrer Gestalt durchaus ausgeschlossen. Bemerkenswerth ist, dass in keinem der Dachschiefer, so viele derselben auch bis jetzt aus den verschiedensten Gegenden zur Untersuchung gelangten, diese gelbbraunen Krystallnadeln vermisst wurden, welche, wenn sie auch hier etwas grösser und besser, dort etwas kleiner und unregelmässiger beschaffen erschienen, doch meistens in sehr grosser Anzahl zugegen waren. Dieser Gemengtheil ist vielleicht der constanteste in den einzelnen Thonschiefern. Während in vielen Schiefern die Nädelchen im Allgemeinen alle recht wohl ausgebildet sind, finden sich in andern daneben auch ganz kurze stachelähnliche Individuen von derselben Beschaffenheit. Gelbbraune, rundliche körnchenartige Gebilde, wie sie in manchen Dachschiefern sehr reichlich vorkommen, scheinen mit jenen Nädelchen, mit denen sie durch alle Dimensionsgrade verbunden sind,

in entschiedenem Zusammenhang zu stehen und das unentwickeltere Stadium eines gehemmten Wachsthums zu bezeichnen.

Ein ferneres krystallinisches Element der gewöhnlichen Thonschiefer sind blassgrünliche oder lichtgelbliche von Krystallflächen begrenzte Blättchen eines glimmer- oder talkartigen Minerals, mit denen ganz übereinstimmend, welche sich in hervorragender Weise an der Zusammensetzung der ächt krystallinischen sogenannten Thonglimmerschiefer oder Phyllite betheiligen. Da wo die eben erwähnten nadelförmigen Krystalle besonders reichlich vertreten sind, stellt sich auch dieses Mineral häufig ein. Sehr viele Thonschiefer sind reich an makro- und mikroskopischen Körnchen von impellucidem Erz, von denen selbst die grössern besser in den Dünnschliffen als in den Handstücken hervortreten. Wohl häufiger dürfte dieses Erz aus Eisenkies als aus Magneteisen bestehen. Minutiöse rundliche Erzpünktchen haben sich oftmals zu mehrern Dutzenden schwarm- oder schweifartig neben einander gruppirt. Erwähnung verdient, dass um die nadelstichgrossen Eisenkieskörnchen herum sich so oft zarte krystallinische Glimmerblättchen mit streng concentrisch-radialer Anordnung in schönster Regelmässigkeit angesetzt finden. In andern Thonschiefern, z. B. denen des Harzes, liegen sehr reichliche kleine rundliche Körnchen von durchscheinender Beschaffenheit und etwas lichterer oder dunkler braunrother Farbe, vermuthlich dem Eisenoxyd angehörig: sie sind zu winzig, um ihren optischen Charakter zwischen den Nicols zu prüfen. Andere schwarze, absolut undurchsichtige und ganz unregelmässig begrenzte mikroskopische Gebilde scheinen Kohlenflimmerchen zu sein. Der durch das Brausen mit Säuren sich kundgebende kohlensaure Kalk ist in den Thonschiefern oftmals deutlich als mikroskopische Kalkspathschüppchen zu erkennen: irregulär begrenzte farblose Stellen, von schiefwinkelig sich durchkreuzenden Sprüngen reichlich durchzogen und ausserordentlich häufig mit den Farben des angelaufenen Stahls polarisirend.

Von den eigentlich klastischen Elementen, welche bald in grösserer Menge, bald aber auch in ganz zurücktretender Quantität die gewöhnlichen Thon- und Dachschiefer zusammensetzen helfen, konnten bis jetzt u. d. M. erkannt werden: Ganz unregelmässig contourirte und ihre fragmentare Natur nicht verläugnende Partikel von Glimmer- oder Talkaggregaten, meist von blassgrüner Farbe, bestehend aus zarten, über einander gefügten, sehr häufig etwas gebogenen, gewellten oder gekräuselten Lamellen. Ferner Quarzstückchen, ebenfalls irregulär eckig oder kantig, durch ihre compacte farblose Substanz, ihr lebhaft chromatisches Polarisiren und die Regenbogenfarben der keilförmigen Splitter leicht gekennzeichnet. Sodann meist etwas zersetzte Feldspathbruchstückchen, welche indessen, wenigstens in wohlerkennbarem Zustande nicht sonderlich häufig vorkommen.

Eine besondere Rolle spielt schliesslich die Kieselsäure in den Thon-



schiefern. Bisweilen gewahrt man in den Dünnschliffen farblose Stellen, meist von einer eiförmigen oder rundlichen Umgrenzung, welche im polarisirten Licht sehr lebhaft farbig werden, perlschnurartig aneinandergereihte Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglichen Bläschen enthalten und zweifelsohne dem Quarz angehören. Diese Quarzsubstanz hat aber mit den eben erwähnten eckigen fragmentaren Körnern klastischer Natur nichts zu thun: ihre Ränder sind keineswegs scharf gezogen oder einigermaassen wohlbegrenzt, sondern verfliessen förmlich und augenscheinlich in die umgebende Gesteinsmasse. Auch um diese Gebilde als Centrum stehen wohl radial angeordnete zarte Glimmerblättchen allseitig herum.

Namentlich in den an krystallinischen Elementen besonders reichen Thonschiefern steckt, am besten im polarisirten Licht als solche erkennbar zwischen den Gemengtheilen eine farblose Substanz, welche wie ein cämentirender Grundteig alles durchdringt, von homogener und dabei ächt amorpher Beschaffenheit ist und sich allerorts optisch einfach brechend verhält. Wahrscheinlich wird diese Materie als eine opalartige gelten können, vielleicht ist sie aber auch ein porodin-amorphes Silicat[1]. Oftmals scheint dieselbe einen lichtbräunlichgrauen Ton zu besitzen, was aber nur davon herrührt, dass die sehr winzigen, darin eingebetteten bräunlichgelben Krystallnädelchen und -Körnchen durch dieselbe hervorschimmern.

Von den bisher untersuchten Schiefern haben sich diejenigen von Saalfeld, Schleiz, Gera, von Lössnitz in Sachsen, die (noch keineswegs phyllitartigen) aus dem Voigtland, die von Caub am Rhein, Cochem an der Mosel, Montjoie am reichsten an krystallinischen Elementen erwiesen, welche hier, wie es scheint, beträchtlich über die ächt klastischen überwiegen. Die präparirten Handstücke von Wissenbach in Nassau, Olpe und Brilon in Westphalen bieten neben einzelnen schönen gelbbraunen Krystallnadeln sehr viele verkrüppelte Individuen dieser Art dar. Den schönsten Gegensatz zwischen krystallinischen und klastischen Bestandtheilen offenbarte ein Dachschiefer von Plymouth. Die Krystallnadeln sind hier recht ausgezeichnet entwickelt, kräftig und lang, aber spärlicher als in den rheinischen, thüringischen und sächsischen Schiefern. Der Dünnschliff enthält daneben eine ungeheure Anzahl von eckigen und kantigen Quarzsplitterchen und liefert im polarisirten Licht deshalb ein hübsches Mosaikbild. Hier ist das Verhältniss gerade umgekehrt wie bei jenen Vorkommnissen.

Es erhebt sich nach der gewonnenen Erkenntniss dieser Verhältnisse die Frage, ob der mikroskopisch-halbkrystallinische Zustand für den Thonschiefer ein mehr oder weniger ursprünglicher sei, ob er denselben bereits anfänglich, sei es unmittelbar bei seinem Absatz als niedergeschlagener Schlamm, sei es wenigstens vor seiner Verfestigung erlangt hat — oder

---

[1]) Vgl. K. A. Lossen in Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXIV. 1872. 746.

ob er hingegen in denselben (wie es die Theorie für die makroskopisch vollständig krystallinischen Schiefer annimmt) erst viel später im Lauf der geologischen Perioden durch nachträgliche, wie immer geartete metamorphische Vorgänge versetzt worden sei. Jede sorgfältige Untersuchung der Beschaffenheit der Dünnschliffe, jede vorurtheilslose Betrachtung der Anzahl, Lagerungsweise und Vertheilung der krystallinischen Elemente, welche sich schwerlich erst in dem starren Gestein hinterher entwickelt haben, hat bis jetzt immer mit der Ueberzeugung geendet, dass der erste Theil jener Alternative ebenso wahrscheinlich, als der letztere unwahrscheinlich sei.

Die feine Fältelung, welche gewisse Dachschiefer so ausgezeichnet aufweisen, beruht, wie die Dünnschliffe u. d. M. ergeben, darin, dass local alle Elemente des Schiefers, welche eine Längsaxe besitzen, in erster Linie die braunen Kryställchen und Glimmerlamellen, mit derselben streng parallel gestellt sind und somit in der Fläche des Dünnschliffs einen förmlichen Strang bilden, welcher sich, sehr scharf rechts und links begrenzt, durch das ordnungslose Gewirre der übrigen Schiefermasse hindurchzieht. Ein solcher Strang ist indessen als das Ausgehende, als der obere Durchschnitt einer so beschaffenen Schicht linearer Elemente zu betrachten, welche die Schieferungsebene unter irgend einem Winkel durchsetzt.

An das Vorstehende reihen sich die mikroskopischen Untersuchungen über Cornwaller Schiefer, welche J. A. Phillips angestellt hat [1]. Der lichtgraue weiche Killas vom Schachteingang der Polgooth-Grube erscheint im Schliff bei schwacher Vergrösserung als eine milchweisse Masse, worin zahlreiche moosähnliche halbkrystallinische Gebilde von bräunlichgrüner Farbe vertheilt sind: sie ist von verschiedenen Rissen durchzogen, welche theilweise durchsichtiger Quarz erfüllt. Vergrösserung von 400 ergab den Schiefer als ein Aggregat winziger, eng verbundener Körnchen ohne bestimmte Umrisse, ausserdem Körner von Eisenoxyd, ferner, wie es scheint, Fragmente von Hornblende und Schuppen eines chloritartigen Minerals. Aehnlich verhält sich der Killas von der Polmear-Grube, welcher zweifellose Quarzkörnchen aufweist. Der Killas von der Dolcoath-Grube aus 215 Faden Teufe ist hauptsächlich ein Haufwerk von durchscheinenden eckigen, polarisirenden Partikeln; darin grüne Flecken und Schuppen wahrscheinlich von Chlorit, schwarze Körner von Magneteisen und Titaneisen, sowie durchscheinende nadelförmige Krystalle in sternähnlichen Gruppen oder einander regellos durchkreuzend, welche Phillips für Hornblende oder Turmalin hält. In dem Killas der Botallack-Grube beobachtete er eine amorphe grünliche Grundmasse, worin porphyrartig viele durchsichtige Krystalle und

---

[1] Philosophical Magazine 1871. Nr. 271. S. 87. Die Beschreibungen lassen manches an Deutlichkeit zu wünschen übrig.



krystallinische polarisirende Theilchen, letztere an ihren Umrissen sich spiessig zerfasernd; ausserdem längliche Krystalle, vielleicht Apatit (das Gestein enthält 0.66 pCt. Phosphorsäure) und ein anscheinend triklines Mineral, vermuthlich Axinit. Bei dem Dachschiefer von Delabole unweit Camelford bleibt die Mikrostructur selbst bei starker Vergrösserung undeutlich, man erkennt aber zahlreiche Haufwerke von etwa $\frac{3}{1000}$ Zoll (0.075 Mm.) im Durchmesser, gebildet aus röthlichbraunen, roh hexagonalen tafelförmigen Kryställchen, wahrscheinlich Eisenglanz. — Nach Sorby besteht der Griffelschiefer von Shap fast lediglich aus rundlichen Körnchen und winzigen Blättchen von Glimmer, meist unter $\frac{1}{1000}$ Zoll (0.025 Mm.) breit, welche er für den Absatz eines Glimmerschlammes hält. Der Dachschiefer von Penrhyn führt ausserdem zersetzten Feldspath, kleine Körner von Quarzsand und Körnchen von Eisenphosphat; die rothe Farbe werde durch zahlreiche Kryställchen von Eisenoxyd, die dunkle durch solche von Eisenkies herbeigeführt. [1]

Sehr mysteriös klingt die Mittheilung, welche Alex. Bryson über die Gegenwart von Diatomeen in schottischen Untersilur-Schiefern macht. Beim Schiefer aus dem Steinbruch von Thornielee in Peeblesshire gewahrte er im Dünnschliff Gebilde von eigenthümlichem Aussehen, wie Organismen. „Eine Form ist identisch sowohl in Farbe als Gestalt mit einer seltenen Diatomeenspecies aus dem Guano von Ichaboe. Die Thonerde von der Kieselsäure in dem Schiefer zu trennen, stiess auf Schwierigkeiten, indem jedes Lösungsmittel der Thonerde auch auf die Kieselsäure wirkte, aus welcher nach seiner Vermuthung die Diatomeen bestanden. G. Wilson kochte den gepulverten Schiefer mit Nordhäuser Schwefelsäure, wodurch nach längerer Zeit die Kieselsäure isolirt wurde. Nach vielen Waschungen des Rückstandes mit destillirtem Wasser fand Bryson verschiedene Formen von Diatomeen, zwei davon identisch mit lebenden Species und vier oder fünf ganz abweichend. Nach der Digestion mit Salpetersäure schienen die Organismen sich zu verringern, was er mit ihrer mehr hornigen als kieseligen Beschaffenheit in Verbindung brachte.“ [2]

Thone.

Ehrenberg berichtete [3] von einem auf der Reise nach der libyschen Ammon-Oase gesammelten mürben Lehm, welcher gut abgeschlämmt einen zartsandigen Bodensatz von blassgelblicher Farbe lieferte, der auch in seinen feinsten Körnchen lediglich aus scharf gebildeten Quarzkrystallen (P . ∞ P) bestand. Die grosse Mehrzahl derselben war kaum $\frac{1}{96}$ par. Linie (0.023

---

1) Edinburgh new philos. journ. LV. 1853. 142.
2) Edinburgh new philos. journ. (2). I. 1855. 368.
3) Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. XI. 1859. 20.

Mm.) lang, grössere waren selten über $\frac{1}{48}$ par. L. (0.047 Mm.) lang, sehr viele weit kleinere maassen etwa $\frac{1}{576}$ p. L. (0.004 Mm.); diese letztern kleinsten Formen erschienen wegen der schwachen Ausbildung des Prismas gewöhnlich so lang wie dick. Ehrenberg fügt hinzu, dass der natürliche Kieselsand, welcher in Venedig zur Bereitung des feinsten Glases dient, und als pulverförmige Masse gefunden wird, ebenfalls nicht aus Trümmern oder Splittern, sondern aus mehr oder weniger wohl ausgebildeten Kryställchen von Quarz zusammengesetzt wird, von denen indessen die kleinsten ziemlich den grössten des feinern libyschen Krystallpulvers gleichkommen; vermuthlich sei auch bei diesem Vorkommniss ursprünglich eine thonige oder kalkige Cämentmasse oder Matrix vorhanden gewesen, welche durch Abschlämmen oder auf andere Art natürlich entfernt wurde und so den Sand zurückliess.

Von den Vorkommnissen mikroskopischer Foraminiferen in den Thonen sei nur erwähnt, dass C. Schwager solche im jurassischen Impressa-Thon von Gruibingen bei Boll und von Oberhochstadt bei Weissenburg in Franken gefunden hat [1]) und Reuss diejenigen aus dem mitteloligocänen deutschen Septarienthon beschrieb [2]).

In dem russischen Tschernosem wies Ehrenberg Phytolitharien und Süsswasser-Polygastern nach [3]). J. T. Weisse stellte durch eine vergleichende Untersuchung von mehr denn 30 verschiedenen Proben des Tschernosems fest, dass derselbe aus grössern und kleinern Krümchen besteht, welche im Wasser auseinanderfallen, mit Salzsäure nicht brausen und feine Quarzkörnchen eingemengt enthalten. Alle Proben beherbergen in der That die von Ehrenberg darin entdeckten Phytolitharien und Polygastern (jedoch weder Polythalamien noch Polycystinen) [4]).

---

1) Jahresber. f. vaterl. Naturk. in Württemberg 1865. I. 81.

2) Denkschriften d. Wiener Akademie XXV. 1866.

3) Monatsber. d. Berlin. Akad. 1850. 268. 364.

4) Bullet. d. natur. d. Moscou 1855. XXVII. 452. — Vgl. auch noch Orth, Geogn Durchforschung des Schles. Schwemmlandes. 1872. Vorber. XII.



Register.





Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.



Nachtrag.

Auf S. 55 Z. 1 v. o. lies 0.255 statt 0.044 Mm.

Auf S. 121 Z. 2 v. u. lies 0.0078 statt 0.0035 Mm.

Zu S. 202. Rammelsberg hat (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1873. XXV. 53) die früher ebendas. XXIV. 87) über die Zusammensetzung des Stauroliths angestellten chemischen Betrachtungen zurückgenommen, indem er die Thatsache anerkennt, dass der hohe Kieselsäuregehalt der meisten Vorkommnisse auf einer mechanischen Beimengung von Quarz beruht.

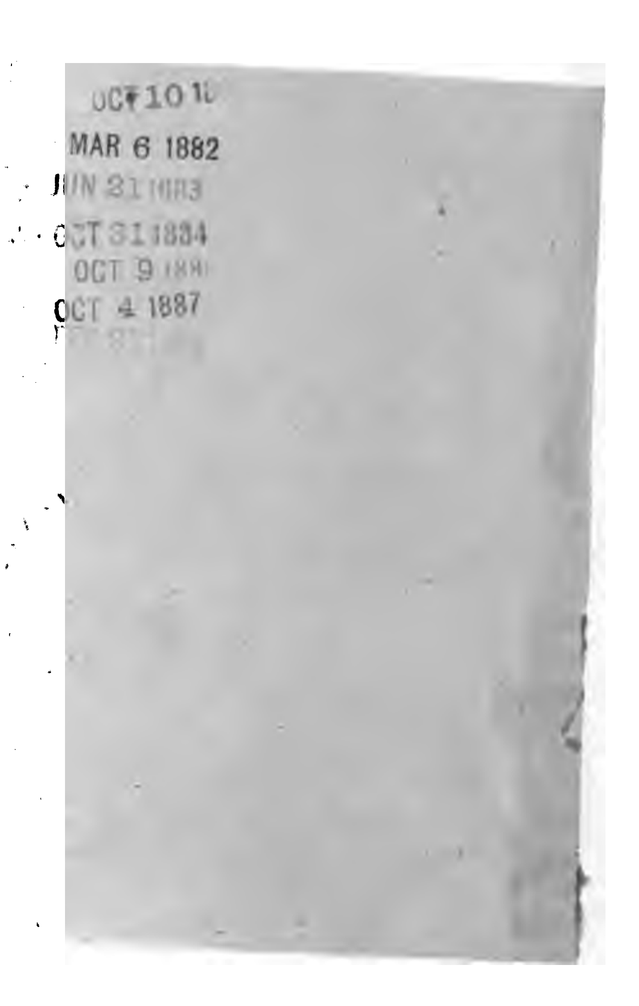
Zu S. 295. Doelter machte (Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1873. 166) darauf aufmerksam, dass nur bei ausnahmsweise grobkrystallinischen Gesteinen sich Kalkspath und Dolomit durch die an dem erstern vorhandene, bei dem letztern fehlende Zwillingsstreifung u. d. M. unterscheiden lassen.

Zu S. 297. In sehr vielen scheinbar versteinerungsleeren Kalksteinen konnte Gümbel mittelst Dünnschliffen die Anwesenheit von zahlreichen Foraminiferen und Ostracoden nachweisen, namentlich wenn die Präparate nicht zu dünn geschliffen und durch verdünnte Säure nachgeätzt wurden (Neues Jahrb. f. Mineral. 1873. 303; vgl. auch Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1873. 141).

Zu S. 306. Der grünlichgraue Mergel (Stockletten) welcher die eocänen Eisenoolith-Flötze des Kressenbergs in Bayern begleitet, enthält nach Gümbel in erstaunlicher Menge Foraminiferen (namentlich Globigerinen, Pleeanien, Cristellarien und Rotalien), daneben aber eine unfassbare Anzahl gut erhaltener Coccolithen in drei verschiedenen Grössen; nach seiner Berechnung führt ein Cubikmeter dieses Eocänmergels 5 Milliarden Foraminiferen und 800 Billionen Coccolithen (Neues Jahrb. f. Mineral. 1873. 299).

Zu S. 320. Bezüglich des Granitporphyrs vgl. die Inauguraldissertation von J. Baranowski: Ueber die mineralogische und chemische Zusammensetzung der Granitporphyre. Leipzig 1873.

Auf S. 387 Z. 10 v. u. lies Pozzuoli statt Puzzuoli.


MAR 6 1882
OCT 4 1887

